



ИНЖЕНЕРИЯ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ІС
ИНЖЕНЕРИЯ И ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО
ENGINEERING AND ENGINEERING

МАТЕРИАЛТАНУ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
MATERIAL SCIENCE

DOI 10.51885/1561-4212_2024_2_5
MFTAA 67.09.33

**А.М. Аскербекова¹, Д.С. Дюсембинов¹, Н.К. Скрипникова²,
А.Д. Алтынбекова¹, Г.М. Изтлеуов³**

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

*E-mail: arai_09.91@mail.ru**

E-mail: dusembinov@mail.ru

E-mail: kleo-14@mail.ru

²Томск мемлекеттік сәулет-құрылыс университеті, Томск қ., Ресей

E-mail: nks2003@mail.ru

³М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

E-mail: gani5@mail.ru

КЕШЕНДІ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ҚОСПАНЫҢ КӨБІКТІ БЕТОН ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ САПАСЫНА ӨСЕРІ

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОБАВКИ НА КАЧЕСТВО ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

THE EFFECT OF A COMPLEX MODIFIED ADDITIVE ON THE QUALITY OF THE PRODUCTION OF FOAM CONCRETE PRODUCTS

Аңдатпа. Құрылыс саласының қарқынды дамуы және құрылыс материалдарының жаңа түрлеріне үлкен сұранысты ескере отырып, мақалада авторлар бетонның құрылымына жауымды әсер ететін пластификаторлық әсері бар кешенді модификацияланған қоспаны ұсынды. Мақалада әртүрлі пайыздық мөлшердегі кешенді модификацияланған қоспаның цемент қамырының ұстасу мерзіміне әсерін анықтау үшін жасалған зертханалық тәжірибе нәтижелері көрсетілген. Сондай-ақ жұмыста цемент қамырының ұстасу мерзімін анықтау әдістемесі, әртүрлі пайыздық көлемдегі кешенді модификацияланған қоспаны дайындау технологиясы баяндалған. Бұл мақалада жоспарланған құрамды қоспа алу үшін этил спирт өндірісінің қалдығы (спирттік кейінгі барда), қатуды тездеткіш (гипс) және сілті (каустикалық сода) қолданылды. Тәжірибе нәтижесінде натрий қосылысы спирттік кейінгі барданы бейтараптандырып, гипспен ерекелтескенде цемент қамырының физикалық-химиялық қасиеттеріне әсер етіп, синергетикалық эффект тудыратындығы анықталды. Қоспаның пластификаторлық әрекеті арқасында ұстасу мерзімінің басы мен соңы арасындағы аралық қысқарып, бұйым жасау процесінің қарқындылығы күшейді. Кешенді модификацияланған қоспа цемент қамырының беріктігі мен төзімділігі жоғарылады. Модификацияланған қоспаны қосқанда ұстасудың басталуы 1 сағат 29 минуттан 30 минутқа дейін және ұстасудың соңы 4 сағат 55 минуттан 2 сағат 15 минутқа дейін азайып, ең жақсы нәтиже көрсетті. Сонымен қатар, бақылаумен салыстырғанда қоспалары бар сынамалардағы судың мөлшері 35 %-ға азайған.

Түйін сөздер: цемент қамыры, спирттік кейінгі барда, модификацияланған қоспа, ұстасу мерзімі.

Аннотация. Учитывая быстрое развитие строительной отрасли и большой спрос на новые виды строительных материалов, в статье авторами было предложено комплексная модифицированная добавка с пластифицирующим действием, которое благоприятно

влияет на структуру бетона. В статье представлены результаты лабораторного эксперимента, проведенного для определения влияния комплексной модифицированной смеси в различных процентах на срок схватывания цементного теста. Также в работе описана методика определения сроков схватывания цементного теста, приготовление комплексной модифицированной смеси в различных процентных объемах. В данной статье для получения планируемой составной смеси применялся отход производства этилового спирта (послеспиртовая барда), ускоритель затвердевания (гипс) и щелочь (каустическая сода). В результате эксперимента было обнаружено, что соединение натрия нейтрализует послеспиртовую барду, вызывая синергетический эффект при взаимодействии с гипсом. Благодаря пластифицирующему действию смеси сократился интервал между началом и концом срока схватывания и усилилась интенсивность процесса изготовления изделия. Добавление модифицированной добавки дало наилучшие результаты, поскольку оно уменьшило время начального схватывания с (1 ч 29 мин) до (30 мин) и время окончательного схватывания с (4 ч 55 мин) до (2 ч 15 мин). Кроме того, по сравнению с контролем количество воды в образцах добавками уменьшилось на 35 %.

Ключевые слова: цементное тесто, послеспиртовая барда, модифицирующая добавка, сроки схватывания.

Abstract. Considering the rapid development of the construction industry and the great demand for new types of building materials, in the article the authors proposed a complex modified additive with a plasticizing effect, which favorably affects the structure of concrete. The article presents the results of a laboratory experiment conducted to determine the effect of a complex modified mixture in various percentages on the setting time of cement paste. The work also describes a method for determining the setting time of cement paste, the preparation of a complex modified mixture in various percentage volumes. In this article, waste from the production of ethyl alcohol (post-alcohol bard), solidification accelerator (gypsum) and alkali (caustic soda) were used to obtain the planned composite mixture. As a result of the experiment, it was found that the sodium compound neutralizes the post-alcohol bard, causing a synergistic effect when interacting with gypsum. Due to the plasticizing effect of the mixture, the interval between the beginning and end of the setting period was reduced and the intensity of the manufacturing process of the product increased. The addition of the modified additive gave the best results as it reduced the initial setting time from (1 hour 29 minutes) to (30 minutes) and the final setting time from (4 hours 55 minutes) to (2 hours 15 minutes). In addition, compared with the control, the amount of water in the samples with additives decreased by 35%.

Keywords: cement paste, post-alcohol bard, modified additive, setting time.

Қысқашы. Қазіргі таңда Президентіміз Қасым-Жомарт Кемелұлы Тоқаевтың жолдауымен қатар, тұрғын үй-коммуналдық инфрақұрылымды дамытудың 2023 жылдан 2029 жылға дейінгі тұжырымдамасын іске асыруда халықты сапалы тұрғын үймен қамтамасыз ету басты қадам болып табылады [1-2]. Осы мақсатқа жету үшін тұрғын үй бағдарламалары негізінде жоғары сапалы және бағасы жағынан қолжетімді ғимараттарды тұрғызу, сондай-ақ салынатын баспананың қоршаған орта әсеріне төзімділігін арттыратын шараларды қолдануымыз қажет [3]. Себебі заманауи құрылыстың негізі ретінде энергия шығындарын азайтатын, өмір сүру ортасының жайлылығын, қоршаған орта үшін қатерсіз және өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ететін құрылыс материалдары мен бұйымдарын пайдалану қарастырылып жатыр. Осындай құрылыс саласындағы оң өзгерістер өндірістік қалдықтарды қайта пайдаланып, жана қасиеттерге ие құрылыс бұйымдары мен материалдарын шығаруға әсер етуде [4].

Соның ішінде бүкіл құрылыстың негізі болып саналатын бетон материалын заманауи талаптарға сай жетілдіру, оның құрылымы мен қасиеттерін әртүрлі қоспалар қосып модификациялау, құрылыстың әрбір сатысында жасанды тасты пайдалана алу мүмкіндігін арттыру, қазіргі бетон технологиясының негізі болып саналады.

Заманауи бетон алу технологиясы бойынша сапалы жасанды тас жоғары дисперстілікке ие болып, бұдырлығы аз және құрылымы тұрақты болуы шарт [5]. Бетон – композициялық құрылыс материалы болғандықтан оның құрамының сапасын химиялық қоспалармен қатар, жергілікті компоненттерді қосып та жақсартуға болады және әртүрлі

қоспаларды қосу арқылы бұйымның төзімділігі, эксплуатациялық беріктігі мен экологиялық қауіпсіздігі артады [6, 7].

Осындай жоғары қасиеттерге ие бетон түрлерінің арасында жылу оқшаулағыш көбікті бетонның құрылыс саласында орны ерекше. Ол беріктігі жоғары, аязға төзімді, су сіңіргіштік және жылу өткізгіштік қасиеттерге ие, ұялы құрылымды құрылыс материалы болып табылады. Ол немент пен судан жасалған қоспаны арнайы тұрақты көбікпен араластырып, қоспа қатайғанда пайда болатындығы белгілі.

Көбікті бетондарға қосатын көбікті дайындау үшін канифольды сабынды казеинді желіммен араластырады немесе алюмокуірттінафтендер мен гидролизденген малдың қанынан алынатын препараттар пайдаланылады [8-9].

Жылу оқшаулағыш көбікті бетон аз қабатты ғимараттарды салуда, сондай-ақ шұғыл континенталды климаты бар өңірлерде құрылыс кезінде пайдалануға тиімді.

Жалпы көбікті бетон отқа төзімді, жоғары жылу, дыбыс және бу оқшаулағыш қасиеттерге ие материал ғана емес, сондай-ақ жасалу технологиясында өндірістік қалдықтарды пайдаланып, шикізатты аз қажет ететіндіктен, оның эффективтілігін арттырудың жолдары ғалымдардың қызығушылығын тудырып отыр [10-11]. Себебі көбікті бетонның беріктік сипаттамаларын, химиялық және физикалық агрессивті факторлардың әсеріне қарсы төзімділігін мен көбікті бетонды даярлауда әртүрлі байланыстырғыштарды қолдану арнайы жоспарланған кешенді модификацияланған қоспаны алуға мүмкіндік береді.

Көбікті бетон өндіруде тұрақты және серпімді көбік алу маңызды үрдіс болып саналса, осы процессті оңайлату, қоспаларды қосу арқылы көбіктің шөгуін төмендету, оны жетілдіру белгілі құрылымды көбікті бетон алуға мүмкіндік туғызады.

Құрылыс саласындағы жұмыстар қарқынын жылдамдату мақсатында суды азайтатын суперпластификатор, ұстасуды үдететін және қатаю тездететін қоспаларды бетонға қосып, арнайы жоспарланған кешенді модификацияланған қоспаны алу жолдарын қарастыру керек.

Біз зерттеу жұмысында өнеркәсіп қалдықтары негізіндегі автоклавсыз қататын жылу оқшаулағыш көбікті бетондар алу үшін оған қосылатын қоспалардан сынамалар дайындап, олардың оңтайлы мөлшерін немент қамырының ұстасу мерзіміне әсерін анықтауымыз қажет.

Зерттеу мақсаты – әртүрлі пайыздық көлемдегі кешенді модификацияланған қоспаны дайындап, оның немент қамырының ұстасу мерзіміне әсерін анықтау.

Жұмыстың міндеті – оңтайлы мөлшердегі кешенді модификацияланған қоспаның сынамаларын дайындап, алынған сынамалардың немент қамырының ұстасу мерзіміне әсерін анықтау және олардың ішінен тиімдісін алу.

Мұндағы ұстасуды үдететін қоспа (ғипс) – бетон қоспасының құрамында ұстасу мерзімін жылдамдатып, бұйымның беріктігі мен техникалық қасиеттерін жақсартады, ал оны пластификаторлармен қолданған жағдайда немент қамырының ұстасу мерзімін бақылауда ұстап, материалдың иілгіштігін жоғарылатады [12-14].

Материалдар мен зерттеу әдістері. Жұмыстың мақсаты мен міндетін орындап, зерттеуді жүргізу үшін талаптар мен стандарттарға сай келетін құрылыс материалдары қолданылды. Олар:

1. Цемент. Байланыстырғыш зат ретінде М400 маркалы портландцемент.
2. Модификацияланған қоспаның негізгі компоненті түрінде спирттік кейінгі барда (этил спирт қалдығы) 2,5 %, 5,0 %, 7,5 %, 10 %, еселік 2,5 % мөлшерде қолданылды. Ол «Талғар спирт зауыты» АҚ-дан сұйық күйде жеткізіледі.
3. Ұстасуды үдеткіш – нементтің салмағынан 1 %, 1,5 %, 2,0 %, 2,5 %, еселік 0,5 % мөлшерінде қатаю процесін тездететін ғипс (ғаныш).
4. «Неопласт, арт.55» синтетикалық көбіктендіргіш. ТШ 2381-008-90275031-2011.

5. Каустикалық сода (NaOH). Спирттік кейінгі барда мөлшерінің 5 % құрайтын каустикалық сода.

Ал пластификатор қоспасы нементтің қату кинетикасына, ұстасу мерзіміне, суды азайту арқылы бетонның суга және суыққа төзімділігі, беріктігінің артуына әсер етеді. Сондықтан біз аталған қоспалардың ерекшелігін ескеріп, зерттеу жұмысында кешенді модификациялық қоспа құрамына гипс (қатаюды тездеткіш), этил спирт өндірісінің қалдығы (спирттік кейінгі барда) және сілті (каустикалық сода, NaOH) қолдандық. Арзан шикізат көзі болып табылатын спирттік кейінгі барда қышқыл орта болатындықтан, оны каустикалық содамен (NaOH) бірге пайдаланып бейтараптандырамыз. Гипс, сілті (натрий гидроксиді NaOH) мен пластификатор (спирттік кейінгі барда) бірге қолдану шығарылатын бұйымның физикалық-химиялық қасиетін жақсартатыны белгілі.

Зертханалық жағдайда кешенді модификацияланған қоспаның немент қамырының ұстасу мерзіміне әсерін анықтау жұмысы екі кезеңде жүргізілді. Жұмыстың бірінші сатысында МемСТ 30744-2001 «Цементтер. Полифракциялық құмды қолдану арқылы сынау әдістері» талаптарына сәйкес модификацияланған қоспаны алу үшін қосылатын этил спирт өндірісінің қалдығы (спирттік кейінгі барда), қатуды тездеткіш (гипс) және сілтінің (каустикалық сода) жеке түрде стандартты консистенциялы қамырдың ұстасу мерзіміне (ұстасудың басталуы мен аяқталуы) қалай әсер ететіндігін зерттедік. Цемент қамырының қалыпты қоюлығын, бастапқы және соңғы ұстасу мерзімін 1-суретте көрсетілген Вика аспабымен анықтадық. Ал 1-кестеде тәжірибеде қолданылатын қоспалардың мөлшерлері көрсетілген.



1-сурет. Вика құрылғысында модификацияланған қоспаның әртүрлі құрамдас бөліктерінің сынақ үлгілері

1-кесте. Сыналатын үлгілердің сандық сипаттамалары

| № | Сынамалар | Цемент, г | Гипс, г | Спирттік кейінгі барда, г | Каустикалық сода, г | Су, г |
|---|--|-----------|---------|---------------------------|---------------------|-------|
| 1 | Үлгі 1 (Бақылау) | 350 | - | - | - | 103,5 |
| 2 | Үлгі 2 (ганыш) | 346,5 | 3,5 | - | - | 109,5 |
| 3 | Үлгі 3 (спирттік кейінгі барда) | 350 | - | 8,75 | - | 107 |
| 4 | Үлгі 4 (каустикалық сода (NaOH)) | 350 | - | - | 0,44 | 109 |
| 5 | Үлгі 5 (NaOH қосылмаған модификацияланған қоспа) | 346,5 | 3,5 | 8,75 | 0,44 | 105 |

Зерттеу жұмысының екінші кезеңінде әртүрлі пайыздық мөлшерде алынған этил спирт өндірісінің қалдығы (спирттік кейінгі барда), гипсті нементпен араластырып, оған пеногенератордан өткен көбік қосылды. Алынған модификацияланған қоспаның үлгілері 2-суретте бейнеленген.



2-сурет. Модификацияланған қоспаның үлгілері

Цемент қамырының ұстасу мерзімін анықтау – бетон қоспасының ең маңызды параметрлерінің бірі болып табылады, өйткені бетонның одан әрі пайдалану қасиеттері оларға байланысты. Бұл әдіс немент пен судың әрекеттесуінің нәтижесінде немент қамырының қоюланып, ұстасуын тудырады. Әдебиеттерден ұстасу барысында немент қамыры иілгіштігі мен өңдеу мүмкіндігінен айырылатындығын және ұстасудың басталуы 45 минуттан ерте емес, аяқталуы – немент сумен араласқан сәттен бастап 10 сағаттан кешіктірілмей болатындығы белгілі [4].

Ұстасу мерзімін зерттеуде портланднементтен, қоспадан және судан тұратын алты араластыру коэффициентін (17 сынама) пайдалана отырып жүргізілді. Тек немент, көбік пен судан тұратын сынама (үлгі 1) эталондық үлгі, яғни бақылау деп аталды, ал басқа үлгілерде қоспаның үлесі 2-кестеде көрсетілгендей өзгеріп отырды.

Зерттеу жұмысының барысында біз әрбір үлгінің компоненттері таразыда өлшеп, араластырғыш құрылғыда араластырып, Вика аспабы көмегімен сынама ұстасуының басталуы мен аяқталуы анықталды. Вика аспабы көмегімен сынақты өткізу үшін қалыпты консистенцияға қажетті су көлемін пайдалана отырып, белгілі бір тәртіпке сәйкес немент қамыры дайындалған болуы керек [15].

Бақылау үлгісінде (100 % портланднемент, яғни ол 350 г және су мөлшері 105 г шамасында) болды. Тәжірибеге қажетті шикізат мөлшері 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте. Сыналатын заттардың құрамы мен сандық сипаттамалары

| № | Сынамалар | Цемент, г | Гипс, г | Спирттік кейінгі барда, г | Көбіктендіргіш, г | Су, г |
|---|---------------------|-----------|---------|---------------------------|-------------------|----------|
| 1 | Үлгі 1 (Бақылау) | 350 | - | - | 1,5 | 103,5 |
| 2 | Үлгі 2-1 | 346,5 | 3,5 | 8,75 | 1,5 | 101,3202 |
| | Үлгі 2-2 | 346,5 | 3,5 | 17,5 | 1,5 | 99,8207 |
| | Үлгі 2-3 | 346,5 | 3,5 | 26,25 | 1,5 | 87,1204 |
| | Үлгі 2-4 | 346,5 | 3,5 | 35 | 1,5 | 85,536 |

2-кестенің соңы

| | | | | | | |
|---|----------|--------|------|-------|-----|----------|
| 3 | Үлгі 3-1 | 344,75 | 5,25 | 8,75 | 1,5 | 101,3202 |
| | Үлгі 3-2 | 344,75 | 5,25 | 17,5 | 1,5 | 99,8207 |
| | Үлгі 3-3 | 344,75 | 5,25 | 26,25 | 1,5 | 87,1204 |
| | Үлгі 3-4 | 344,75 | 5,25 | 35 | 1,5 | 85,536 |
| 4 | Үлгі 4-1 | 343 | 7 | 8,75 | 1,5 | 101,3202 |
| | Үлгі 4-2 | 343 | 7 | 17,5 | 1,5 | 99,8207 |
| | Үлгі 4-3 | 343 | 7 | 26,25 | 1,5 | 87,1204 |
| | Үлгі 4-4 | 343 | 7 | 35 | 1,5 | 85,536 |
| 5 | Үлгі 5-1 | 341,25 | 8,75 | 8,75 | 1,5 | 101,3202 |
| | Үлгі 5-2 | 341,25 | 8,75 | 17,5 | 1,5 | 99,8207 |
| | Үлгі 5-3 | 341,25 | 8,75 | 26,25 | 1,5 | 87,1204 |
| | Үлгі 5-4 | 341,25 | 8,75 | 35 | 1,5 | 85,536 |

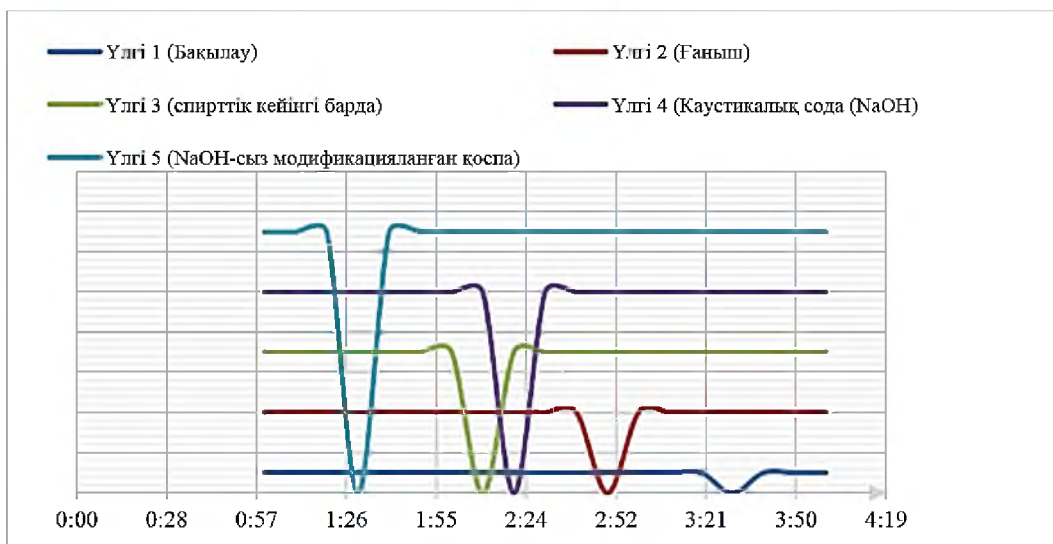
Нәтижелері және оларды талқылау. Зерттеу жұмысының бірінші кезеңінде 5 сынама дайындалып, олардың әрқайсысында ұстасудың басталу мерзімі анықталды және алынған нәтижелер диаграммада көрсетілді.

3-суреттегі тәжірибе нәтижелері бойынша бақылаумен салыстырғанда модификацияланған қоспаның әрбір компонентінде ұстасу мерзімінің басталуы әртүрлі болған. Каустикалық сода қосылмаған кешенді модификацияланған қоспада немент қамырында ұстасу мерзімінің басталуы 1 сағат 29 минут болып, басқа үлгілерге қарағанда ең жақсы көрсеткіш көрсеткен. Бұл ұстасу мерзімінің ерте басталғандығын көрсетеді. Ал спирттік кейінгі барда қосылған үлгіде 2 сағат 6 минут, ал тек каустикалық сода қосылған үлгіде 2 сағат 14 минутты көрсетті. Ұстасу мерзімінің басталуы гипс қосылған сынамада 2 сағат 50 минут болса, бақылауда 3 сағат 22 минут болды. Қалыпты жағдайда ешқандай қоспасыз немент қамырында ұстасу мерзімі 3 сағат 22 минутта басталып, кешенді модификацияланған қоспасы бар сынамаға (1 сағат 29 минут) қарағанда біршама ұзақ мерзімді қамтыған. Цемент қамырына қосылатын қоспалардың әрқайсысы белгілі бір рөл атқаратынын ескерсек, спирттік кейінгі барда мен гипсті жеке-жеке қолданудың орнына, бірге модификацияланған қоспа құрамында пайдалану жоғары тиімділікті көрсететіп, ұстасу мерзімін үдететіндігін байқауға болады [16]. Бұл тәжірибе бойынша ұстасу мерзімін төмендету құрылыстың уақытын қысқартып, уақыт мен энергияны үнемдеуге мүмкіндік тугызады.

Тәжірибенің екінші кезеңінде 17 сынаманың нәтижелері 4-суретте бейнеленген және ондағы диаграммада бірінші шың (пик) ұстасудың басталуын, ал екіншісі аяқталуын көрсетіп тұр. Салыстырылып жатқан құрамдардың үлгілері төменнен жоғарыға қарай өсу тәртібінде орналасса, салыстыру жүргізіліп отырған қоспасыз бақылау нұсқасы үлгі 1-ге сәйкес келіп отыр.

Тәжірибеде қолданатын қоспаларды таңдау, олардың әсер ету тетігі арқылы анықталды. Спирттік кейінгі барда гидрофильді және гидрофобты қасиеттерге ие. Сонымен қоса спирттік кейінгі барданың пластификаторлық әсері болғандықтан, ол су-немент қатынасын төмендетеді, бетон қоспасының қозғалғыштығын сақтайды, құрылымдарға (конструкция) беріктік пен төзімділік беріп, немент қамырының қолайлы жайылуын тудырады.

Бұл қоспа немент бөлшектерінің беттерін дымқылдатып, су-немент қатынасының төмендеуіне алып келеді. Цемент массасының гидратациясы, ұстасуы және қатаю процестеріне әсер ету механизмдері жақсы үйлесетін кешенді қоспаны бірлесіп қолдану қоспаның әрбір ингредиентінің әсерін өзара толықтырады және күшейтеді.



3-сурет. Модификацияланған қоспадағы әртүрлі компоненттердің ұстасу мерзімінің нәтижелері

Кешенді модификациялық қоспаның немент қамырының ұстасу мерзіміне әсері көп жағдайда қосындылардың дозасына байланысты екенін атап өткен дұрыс. Зерттелетін композициялардың әсері олардың құрамында дәстүрлі түрде немент қамырын қатайтқышы болып табылатын ғипстың және гидратация кезінде судың енуіне жол бермейтін немент бөлшектерінде қабықшаларды құрайтын қоспалардың болуына байланысты болуы мүмкін.

4-суреттегі зерттеу нәтижелерінен ұстасудың басталуы ғана емес, аяқталуыда қысқарып келе жатқанын көруге болады. Кешенді қоспа жүйеге қатты әсер етіп, мөлшерді көбейткенде қоспасы жоқ бақылаумен (үлгі 1) салыстырғанда нементтің ұстасу үрдісі күрт қысқарады және 3 және 7 тәулікте гидратацияның ерте мерзімінде нементтің ұстасуын күшейтеді.

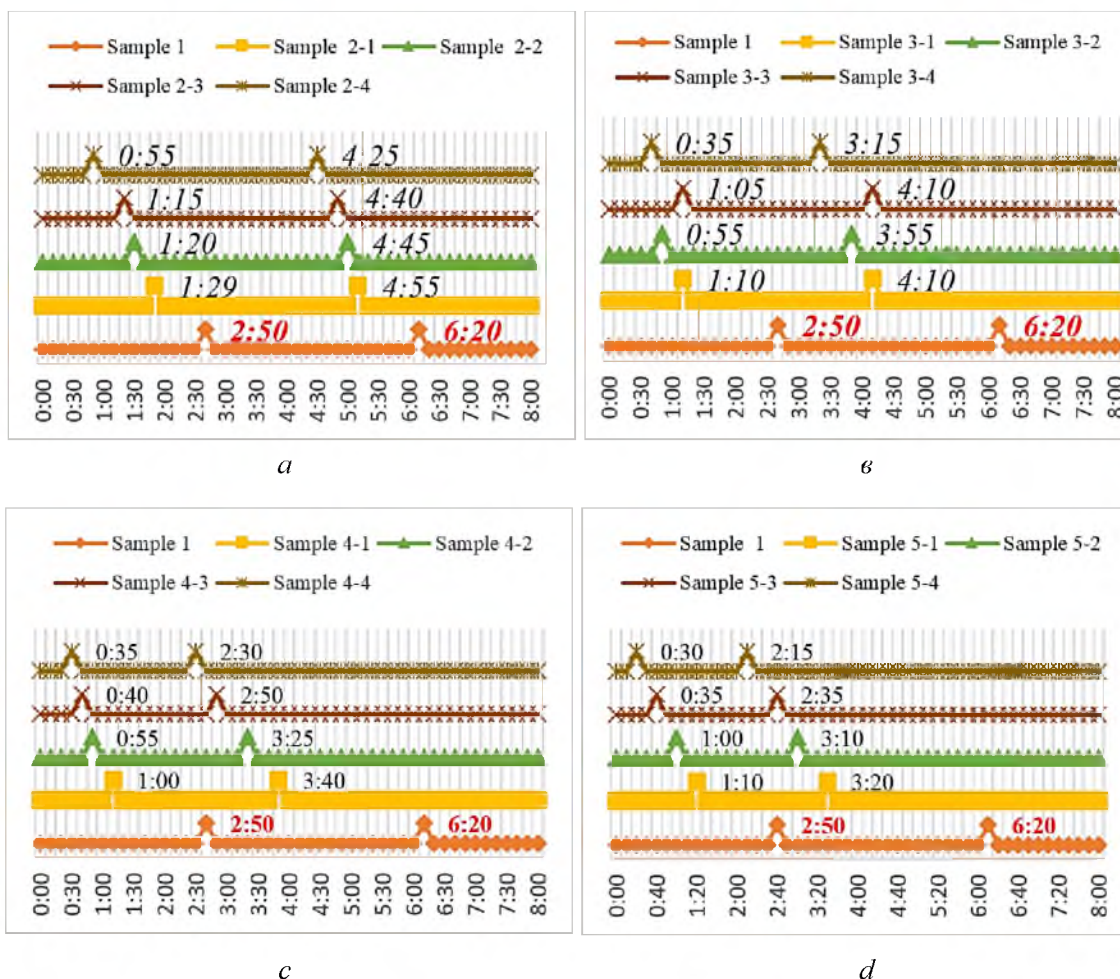
Диаграмма бойынша, қоспа қосылмаған бақылауда (үлгі 1) ұстасу мерзімінің басталуы 2 сағат 50 минутта болса, ұстасудың аяқталуы 6 сағат 20 минутты көрсеткен, ал үлгі 2-1-де ұстасудың басталуы 1 сағат 29 минутты, ұстасудың аяқталуы 4 сағат 55 минутта болды. Қоспа қосылған үлгі 2-1-де бақылауға қарағанда ұстасудың басталуы 1 сағат 21 минут ерте басталса, ұстасудың аяқталуы 1 сағат 25 минутқа қысқарған.

Үлгі 2-1, үлгі 2-2, үлгі 2-3 және үлгі 2-4-тің арасынан ең жақсы нәтиже немент қамырына 1,0 % ғипс (стандартты немент салмағы бойынша) пен 10 % қоспа (спирттік кейінгі барда) қосылған үлгі 2-4-де ұстасудың басталуы – 55 минут, аяқталуы - 4 сағат 25 минутты құраған.

Үлгі 3-1. Цемент қамырына 1,5 % ғипс (стандартты нементтің салмағы бойынша) және 2,5 % қоспа (спирттік кейінгі барда) қосқанда, ұстасудың басталуы 1 сағат 10 минут және ұстасудың аяқталуы сәйкесінше 4 сағат 10 минут болды.

Үлгі 3-2. Цемент қамырына 1,5 % ғипс (стандартты нементтің салмағы бойынша) және 5,0 % қоспа (спирттік кейінгі барда) қосқанда, ұстасудың басталуы 55 минут және ұстасудың аяқталуы сәйкесінше 3 сағат 55 минут болған.

Үлгі 3-3. Цемент қамырына 1,5 % ғипс (стандартты нементтің салмағы бойынша) және 7,5 % қоспа (спирттік кейінгі барда) қосқанда, ұстасудың басталуы 1 сағат 05 минут және ұстасудың соңы сәйкесінше 4 сағат 10 минутты құрады.



4-сурет. Цемент қамырының ұстасу мерзімін зерттеу нәтижелері

Үлгі 3-4. Цемент қамырының 1,5 % ғипс (стандартты нементтің салмағы бойынша) және 10 % қоспа (спирттік кейінгі барда) қосқанда, ұстасудың басталуы 35 минутты құрап, ұстасудың соңы 3 сағат 15 минутты құрады.

Үлгі 4-1, үлгі 4-2, үлгі 4-3, үлгі 4-4 арасында ең жоғары көрсеткіш немент қамырына 2,0 % ғипс (стандартты нементтің салмағы бойынша) және 10 % қоспа (спирттік кейінгі барда) қосылған үлгі 4-4 болды. Онда ұстасудың басталуы 35 минут, ал аяқталуы 2 сағат 30 минутты көрсетті. Бұл көрсеткіш бақылаумен салыстырғанда ұстасудың басталуын 2 сағат 15 минутқа, ал ұстасудың аяқталуын 3 сағат 50 минутқа қысқартып, ұстасу мерзімінің жылдам жүргенін көрсетіп тұр.

Үлгі 5-1, үлгі 5-2, үлгі 5-3, үлгі 5-4 арасында жоғары көрсеткіш 5-3 және 5-4 үлгілі сынамаларда көрсетілген. Ол бойынша үлгі 5-3-те немент қамырына 2,5 % ғипс (стандартты нементтің салмағы бойынша) және 7,5 % қоспа (спирттік кейінгі барда) қосылғанда, ұстасудың басталуы 35 минут, ал аяқталу уақыты 2 сағат 35 минутқа тең болған.

Үлгі 5-4-те немент қамырына 2,5 % ғипс (стандартты нементтің салмағы бойынша) және 10 % қоспа (спирттік кейінгі барда) қосқанда, ұстасудың басталуы 30 минут, ұстасудың аяқталуы 2 сағат 15 минутты көрсеткен. Барлық аталған үлгілердің ішінде ең жоғары көрсеткіш үлгі 5-4-те анықталған. Ол бойынша бастапқы бақылаудағы ұстасу уақытының басталуы 2 сағат 50 минуттан 30 минутқа азайса, ұстасудың аяқталу мерзімі 6 сағат 20

минуттан 2 сағат 15 минутқа қысқарған. Бұл өз кезегінде ұстасудың басталуы мен аяқталуы арасындағы уақыттың қысқаруы, цементтің ұстасу мерзімінің азайғандығын және құрылысқа жұмсалатын уақыттың кемитіндігін көрсетеді.

Нәтижелерден көрінін тұрғандай, цемент ерітіндісіндегі қоспаның максималды пластификаторлық әсері су-цемент қатынасы = 0,3 тең болып, цементтің массасынан 1,5-2,5 % (ғипс) және 5-10 % (спирттік кейінгі барда) концентрацияда қол жеткізіледі. Қоспаны ерітінді қоспасына енгізгенде пластификаторлық әсер көрсетін, оны бақылау құрамымен салыстырғанда су-цемент қатынасын 10 % төмендетуге мүмкіндік береді. Цемент қамырының пластификациялану көрінісі цементтің дисперсті бөліктерінің бетінде гидрофобты молекулалардың сіңірілуімен түсіндіріледі. Ерітінді қоспалардың ұстасу мерзімі олардағы қоспалар концентрациясына тәуелді. Цемент қамырындағы қоспа концентрациясын 10 % (спирттік кейінгі барда) дейін және цемент массасынан 2,5 % (ғипс) дейін көбейткенде цемент қамырының ұстасу және қату мерзімі қысқарып, цемент ерітіндісінің сұйылту үрдісіне әсер етін қана қоймай, сондай-ақ жасанды тасты қысқандағы беріктікті арттырады.

4-суреттегі графикті талдағанда, қоспасы бар сынамада ұстасудың басталуы бақылауға (үлгі 1) қарағанда 1 сағат 29 минуттан 30 минутқа дейін, ал ұстасудың аяқталуы 6 сағ 20 минуттан 2 сағат 15 минутқа қысқарғанын байқауға болады. Бұл жағдай бақылауға (үлгі 1) қарағанда қоспасы бар сынамалар жоғары тиімділікке ие екенін көрсетеді. Суреттегі қоспалардың барлығында бірдей эффект бар, бірақ олардың тиімділігі әртүрлі. Кешенді қоспаны қосқанда тек цементтен тұратын сынамаға қарағанда ұстасу мерзімі 30 % қысқарған, бірақ цемент қамырының ұстасу мерзімінің ұзақтығы өзгеріссіз қалады, өйткені ұстасу мерзімі ұстасудың аяқталу уақытын азайту арқылы кемиді. Бұл ретте ұстасудың басы мен соңы арасындағы аралық 40 %-ға қысқарады. Бұл көрсеткіш құрамында цементі бар композициялардың сумен қатайғанда қоспаның болуына қарай реттеуге болатын уақыт шеңінде пластификаторлық күйді сақтауға және құрылыс жұмыстарының қарқынын жылдамдатуға алып келетін тез ұстасуына орай құрғақ құрылыс қоспалары үшін маңызды.

Зертханалық тәжірибе барысында алынған нәтижелердің ішінде қоспа қосылған үлгі 5-4-те ұстасудың басталуы 30 минутты көрсеткені белгілі, бұл көрсеткішке ие болған сынама көбік бетон алуда ыңғайлы мөлшердің бірі. Себебі көбік бетон алуда ұстасу мерзімін анықтау маңызды болғандықтан, цемент қамырын дайындап, оған көбікті қосарда ұстасудың бас мен соңын ескеру қажет.

Жоғарыда қарастырылған тәжірибенің нәтижелері бойынша кешенді модификацияланған қоспаны қолдану тиімді екені және онда қосылатын компоненттердің мөлшері оңтайландырылғанда синергетикалық эффект көрсетіп, ұстасудың басы мен соңы арасындағы аралық қысқарып, құрылыс жұмыстарының қарқыны артатыны анықталды.

Қорытынды. Зерттеу жұмысы бойынша жүргізілген тәжірибенің нәтижелерін қорытындылай келе, спирттік кейінгі барда, ғипсті цемент қамырында жеке-жеке пайдаланғанға қарағанда, оларды бірлесе қолдану ұстасу мерзімінің басталуын үдетіп қана қоймай, бұйымның физика-химиялық қасиеттерін жақсартады.

Ал бақылау сынамасымен салыстырғанда қоспа қосылған үлгілерде суды пайдалану төмендететін және ұстасудың басы мен соңы арасындағы аралық қысқарғанын байқауға болады. Бақылау үлгісінде ұстасудың басталуы (2 сағат 50 минут) болса, қоспа қосылған үлгі 2-1-де (1 сағат 29 минутты) құрап, ал үлгі 5-4-те (30 минутқа) дейін өзгерген. Ал ұстасудың соңы 4 сағат 55 минуттан 2 сағат 15 минутқа дейін азайған.

Зертханалық тәжірибедегі қоспа қосылған үлгі 5-4-те ұстасудың басталуы 30 минутты көрсетін, бұл көрсеткіш арқылы көбік бетон алуда тиімді қоспалардың өлшемін байқауға болады.

Тәжірибеде пластификатор қоспасын (спирттік кейінгі барда) қолдану суды пайдаланудың мөлшерін 35 % дейін төмендеткен. Бұл нәтижелерден құрамында кешенді модификацияланған қоспа бар немент қамырында пластификаторлық әрекет байқалып, ұстасудың мерзімін азайтып, бұйымдар жасау үдерісін жылдамдатынын көреміз. Сонымен қоса жұмыста спирттік кейінгі барданы қолдану, өндірістік қалдықтарды құрылыс саласында пайдалануға болатындығын және бұл қадам қоршаған ортаны ластанудан қорғаудың оң нәтижесінің көрінісі.

Көбік бетон құрамындағы кешенді модификацияланған қоспа қолданылатын судың мөлшерін азайтып, тұрақты көбік алуға мүмкіндік береді және ғипс және спирттік кейінгі барда тәрізді қоспалардың байланысы арқасында синергетикалық эффект туындап, бетонның беріктігінің, аязға төзімділігінің артуына алып келеді.

Зерттеу бойынша ғипс пен спирттік кейінгі барданы бірге қолдану синергетикалық эффект тудырып, немент қамырының физикалық-химиялық қасиеттерін арттырады. Сондай-ақ жасалатын бұйымның беріктігі мен төзімділігін жоғарылатады. Осы алынған нәтижелер кешенді модификацияланған қоспаны қолданудың тиімділігін көрсетіп отыр.

Соңғы уақытта құрылыста көбік бетонды үйді қабырғасына қарағанда, шатырдың астына жылу оқшаулағыш және аязға төзімді материал ретінде көп қолданылып жүр. Осы мақалада баяндалған кешенді модификацияланған қоспасы бар көбік бетон беріктігі, аязға төзімділігі мен жылу оқшаулағыштығы және пластификаторлық әсерінен су-немент қатынасының төмен болуынан құрылыс саласында бұл материалдың қайтадан рөлі артуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Тоқаев Қ.К. Қазақстан Республикасы Президентінің Қазақстан халқына жолдауы. «Әділетті мемлекет, біртұтас ұлт, берекелі қоғам». – Астана: Аккорда, 2022. https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K22002022_2
2. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2022 жылғы 23 қыркүйектегі № 736 қаулысы. Тұрғын үй-коммуналдық инфрақұрылымды дамытудың 2023 жылдан 2029 жылға дейінгі тұжырымдамасы <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2200000736>
3. Абдушқуров Ф.Б., Дүзельбаев С.Т. Құрылыстық материалтану. – Алматы: Бастау, 2020. – 10 б.
4. Әбдушқуров Ф., Сабитов Е., Қырғызбаев А., Дүзельбаев С. «Құрылыс материалдары мен бұйымдары». – Нұр-Сұлтан, Л.Н. Гумилев атын. ЕҰУ., 2021. – 458 б.
5. Garzón-Agudelo P.A., Palacios-Alvarado W., Medina-Delgado B. Impact of plasticizers on the physical and structural properties of concrete used in constructions. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021; 2046(1):012069. DOI: 10.1088/1742-6596/2046/1/012069
6. Altynbekova A.D., Lukpanov R.E., Dyusseminov D.S., Askerbekova A.M., Tkach E.V. Effect of a complex modified additive on the setting time of the cement mixture. *Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources* 2022;324(4). <https://doi.org/10.31643/2022/6445.23>
7. Kolesnikov A, Fediuk R, Kolesnikova O, Zhanikulov N, Zhakipbayev B, Kuraev R, Akhmetova E, Shal A. Processing of Waste from Enrichment with the Production of Cement Clinker and the Extraction of Zinc. *Materials*. – 2022. – 15(1):324. – Pp. 1-9. – <https://doi.org/10.3390/ma15010324>.
8. Zhongwei Liu, Kang Zhao, Chi Hu, Yufei Tang, "Effect of Water-Cement Ratio on Pore Structure and Strength of Foam Concrete", *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2016, Article ID 9520294, 9 pages, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9520294> (в международном журнале)
9. Джалалов Ш.Г., Оцоков К.А. Способы повышения эффективности пенобетона. *Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки*. 2016;42(3):167-174 DOI:10.21822/2073-6185-2016-42-3-167-174
10. Славчева Г.С., Буймарова Т.К. Физико-климатическая стойкость пенобетонов на основе техногенного сырья // *Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета*. – 2020. – № 2 (43). – С. 124-131.
11. Kolesnikov A, Fediuk R, Kolesnikova O, Zhanikulov N, Zhakipbayev B, Kuraev R, Akhmetova E, Shal A. Processing of Waste from Enrichment with the Production of Cement Clinker and the Extraction of Zinc. *Materials*. – 2022. – 15(1):324. – Pp.1-9. – <https://doi.org/10.3390/ma15010324>

12. Foam concrete/ M. Gökçe, B. Şenol Şeker// Journal of New Results in Science (JNRS). – 2020. – Vol. 9. – Iss. 1. – Pp. 9-18.
13. Майкл С. Мамлюк, Джон П. Заниевский. Азаматтық нысандарда қолданылатын құрылыс материалдары. – 3-ші басылым. – Алматы: Қазақ тілі, 2017. – 73 б.
14. Абдушкүров Ф.Б., Дүзелбаев С.Т. Құрылыстық материалтану. Есептер жинағы мен зертханалық практикумы. – Алматы: Бастау, 2020. – 137 б.
15. Altynbekova A.D., Lukpanov R.E., Yenkebayev S., Tsygulyov D., Nurbayeva M. Complex laboratory studies of modified additive influence on concrete physical and mechanical properties. International Journal of GEOMATE, Dec, 2022, Vol.23, Issue 100, pp.26-33, Geotechnique, Construction Materials and Environment ISSN: 2186-2982 (P), 2186-2990 (O), Japan, DOI: <https://doi.org/10.21660/2022.100.3641>
16. Al-Khazraji A.A. Use of plasticizers in cement concrete. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020; 12(3):599-607. DOI: 10.5373/JARDCS/V12I3/20201229.

References

1. Tokayev K.K. Қазақстан Республикасы Президентінің Қазақстан халқына жолдауы. «Adilette memleket, birtutas ылт, berekeli қоғам». – Astana: Akkorda, 2022. https://adilet.zan.kz/kaz/docs/K22002022_2
2. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 23 sentyabrya 2022 goda №736. Konceptsiya razvitiya zhilishchno-kommunal'noj infrastruktury na 2023-2029 gody
3. Abdushkurov F.B., Duzel'baev S.T. Құрылыстық материалтану. – Almaty, Bastau, 2020. – 10 б.
4. Әбдішкүров Ф., Сабитов Е., Қырызбаев А., Дүзелбаев С. «Құрылыс материалдары мен бұйымдары», - Нұр-Сұлтан, Л.Н.Гумилев аты. ЕҰУ., 2021, 458 б.
5. Garzón-Agudelo P.A., Palacios-Alvarado W., Medina-Delgado B. Impact of plasticizers on the physical and structural properties of concrete used in constructions. Journal of Physics: Conference Series. 2021; 2046(1):012069. DOI: 10.1088/1742- 6596/2046/1/012069
6. Altynbekova A.D., Lukpanov R.E., Dyusseminov D.S., Askerbekova A.M., Tkach E.V. Effect of a complex modified additive on the setting time of the cement mixture. Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources 2022;324(4). <https://doi.org/10.31643/2022/6445.23>
7. Kolesnikov A, Fediuk R, Kolesnikova O, Zhanikulov N, Zhakipbayev B, Kuraev R, Akhmetova E, Shal A. Processing of Waste from Enrichment with the Production of Cement Clinker and the Extraction of Zinc. Materials. – 2022. – 15(1):324. – Pp.1-9. – <https://doi.org/10.3390/ma15010324>.
8. Zhongwei Liu, Kang Zhao, Chi Hu, Yufei Tang, "Effect of Water-Cement Ratio on Pore Structure and Strength of Foam Concrete", Advances in Materials Science and Engineering, vol. 2016, Article ID 9520294, 9 pages, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/9520294> (в международном журнале)
9. Jalalov Sh.G., Otsokov K.A. THE WAYS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF FOAM CONCRETE. . Herald of Dagestan State Technical University. Technical Sciences. 2016;42 (3):167-174. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2016-42-3-167-174
10. Slavcheva G.S., Bujmarova T.K. Fiziko-klimaticheskaya stojkost' penobetonov na osnove tekhnogennogo syr'ya.// Vestnik Inzhenernoj shkoly Dal'nevostochnogo federal'nogo universiteta. – 2020. – № 2 (43). – S. 124-131.
11. Kolesnikov A, Fediuk R, Kolesnikova O, Zhanikulov N, Zhakipbayev B, Kuraev R, Akhmetova E, Shal A. Processing of Waste from Enrichment with the Production of Cement Clinker and the Extraction of Zinc. Materials. – 2022. – 15(1):324. – Pp.1-9. – <https://doi.org/10.3390/ma15010324>
12. Foam concrete/ M. Gökçe, B. Şenol Şeker// Journal of New Results in Science (JNRS). – 2020. – Vol. 9. – Iss. 1. – Pp. 9-18.
13. Majkl S. Mamlyuk, Dzhon P. Zanievskij. Azamatтық нысандарда қолданылатын құрылыс материалдары. - 3-shi basylym. - Almaty: Қазақ тілі, 2017. – 73 б.
14. Abdushkurov F.B., Duzel'baev S.T. Құрылыстық материалтану. Есептер жинағы мен зертханалық практикумы. Almaty, Bastau, 2020, 137 б.
15. Altynbekova A.D., Lukpanov R.E., Yenkebayev S., Tsygulyov D., Nurbayeva M. Complex laboratory studies of modified additive influence on concrete physical and mechanical properties. International Journal of GEOMATE, Dec, 2022, Vol.23, Issue 100, pp.26-33, Geotechnique, Construction Materials and Environment ISSN: 2186-2982 (P), 2186-2990 (O), Japan, DOI: <https://doi.org/10.21660/2022.100.3641>
16. Al-Khazraji A.A. Use of plasticizers in cement concrete. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020; 12(3):599-607. DOI: 10.5373/JARDCS/V12I3/20201229.