

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫНДА ҚЫСҚЫ КЕЗЕҢДЕ ТАС ҚАЛАУ ӨНДІРІСІНДЕ ЖЫЛЫ ҚҰРЫЛЫС ЕРІТІНДІЛЕРІНІҢ ҚҰРАМЫ МЕН ҚОЛДАНУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Табылдиев Е.Т., 7M07300 «Құрылыс инженериясы» БББ 2-ші курс магистранты
yerkanattabyldiev@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-2961-608X>

Егізов Ғ.А., 7M07300 «Құрылыс инженериясы» БББ 2-ші курс магистранты
gakiegizov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-3928-102X>

Казиев М.С., 7M07300 «Құрылыс инженериясы» БББ 2-ші курс магистранты
miraskaziev03@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0001-5639-4745>

Кульбаракров Б.А., 7M07300 «Құрылыс инженериясы» БББ 2-ші курс магистранты
berikkulbarakov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7492-2392>

Рыскалиев М.Ж., PhD
muratbai_84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3361-2076>

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада Қазақстанның суық климаттық жағдайларында тұрғын үйлердің жылу тиімділігін жақсарту мақсатында жылы құрылыс ерітінділерін қолдану мәселесі қарастырылады. Басты назар олардың жылу оқшаулау қасиеттерін арттыруға аударылған, мұнда жеңіл толтырғыштар (перлит, вермикулит, пеностекло) қолдану арқылы ерітінділердің жылу өткізгіштігін төмендету тәсілдері жан-жақты талқыланады. Жылы құрылыс ерітінділерінің жылу сақтаудағы, дыбыс оқшаулаудағы, экологиялық қауіпсіздік пен өртке төзімділік секілді артықшылықтары қарастырылған. Сонымен қатар, оларды кірпіш қалау мен еден төсеу кезінде жылуды тиімді ұстап, ғимарат ішіндегі жайлылықты арттыру үшін қолдануға болатындығы анықталған. Зерттеу нәтижелері жылы ерітінділерді пайдалану арқылы тұрғын үйлердің жылу оқшаулау көрсеткіштері 20-25%-ға жақсаратынын көрсетті. Тәжірибелер перлитті толтырғышы бар ерітінділердің жылу өткізгіштігі 0,18–0,25 Вт/(м·К) аралығында екенін, бұл дәстүрлі цемент-құм қоспасынан (0,7–0,9 Вт/(м·К)) 3-4 есе төмен екенін дәлелдеді. Кеуекті құрылым бу өткізгіштікті сақтап, конденсаттың пайда болуын болдырмайды. Қосымша талдау жылы ерітінділердің энергия үнемдеуді қамтамасыз етіп қана қоймай, құрылыс конструкцияларының қызмет ету мерзімін ұзартуға да ықпал ететінін айқындады. Қосымша зерттеулер мұндай материалдардың ұзақ мерзімді беріктігін, энергия тиімділігі мен эксплуатациялық шығындарды азайтуға қосатын үлесін көрсетіп, оларды салқын климат аймақтарында қолданудың перспективалы әрі тиімді шешім екенін дәлелдейді.

Тірек сөздер: Жылы құрылыс ерітіндісі, жылу оқшаулау, энергия тиімділік, жеңіл толтырғыштар, жылу өткізгіштік, жылу тиімділігі, заманауи құрылыс.

Кіріспе. Құрылыстың қысқы кезеңі қаңтар айындағы орташа температура -15 °С-тан -30 °С-қа дейін және одан төмен болатын Қазақстан Республикасы аумағының көп бөлігін қоса алғанда, қатал климаты бар өңірлерде Елеулі техникалық және экономикалық проблеманы білдіреді [1]. Мұндай жағдайларда тас қалау тұтқыр заттардың дұрыс қатаюын қамтамасыз етуге, ерітінді тесіктеріндегі судың қатып қалуын болдырмауға және қысқа және ұзақ мерзімді перспективада құрылымның беріктігі мен жабысқақ сипаттамаларын сақтауға бағытталған арнайы шараларды қажет етеді.

Дәстүр бойынша қыс мезгілінде қалау жұмыстарын орындау үшін келесі әдістер қолданылады:

- * аязға қарсы қоспаларды қолдану (PMD);
- * ерітінділер мен кірпіштерді электрмен жылыту;
- * құрылымдарды жылу оқшаулағыш материалдармен жабу;
- "жылы ерітінділер" әдісі ("жылы ерітінді" — төсеу кезінде бастапқы температурасы 30-60 °С болатын ерітінді) [2].

Жоғарыда аталған барлық әдістердің ішінде жылы ерітінділерді қолдану іске асырудың салыстырмалы қарапайымдылығына, электр жылытумен салыстырғанда энергия сыйымдылығының төмендігіне және арматура мен бетонның беріктігіне әсер ететін химиялық реагенттердің болмауына байланысты ерекше қызығушылық тудырады. Алайда, бұл әдістің тиімділігі бірқатар факторларға тікелей байланысты: ерітіндінің құрамы, қоршаған орта температурасы, ерітіндінің критикалық температураға дейін салқындату ұзақтығы (+5 °C), баспана жағдайлары және кірпіштің жылу шығыны.

Қазақстанның климаттық және нормативтік жағдайларына әдістерді бейімдеуге баса назар аударып отырып, қысқы жағдайларда жылы ерітінділерді қолдану бойынша заманауи талаптарды, ғылыми зерттеулер мен практикалық ұсыныстарды кешенді талдауға арналған. Жұмыста қарастырылады:

- * нормативтік-техникалық база (ұлттық және мемлекетаралық ГОСТ және СН);
- * ерітінді температурасының қатаю кинетикасына және беріктік сипаттамаларына әсері;
- * ерітіндінің құрамын оңтайландыру (цемент, пластификаторлар, модификаторлар, агрегаттар);
- * қалауды салқындатудың жылу техникалық модельдеуі;
- * баламалы әдістерді салыстырмалы талдау;
- * қысқы қалаудың технологиялық карталарын жобалау бойынша ұсыныстар.

Зерттеу материалдары мен әдістері: Қысқы бетондау мен қалаудың нормативтік-техникалық базасы. Ерітінділерге қойылатын жалпы техникалық талаптар «ГОСТ 28013-98 "құрылыс ерітінділері. Жалпы техникалық шарттар» [3] Ерітінділер үшін базалық параметрлерді белгілейді: ұтқырлық (ДК немесе ҚР), суды ұстап тұру қабілеті (≥ 90 %), стратификация (≤ 10 %), сондай-ақ беріктікке қойылатын талаптар (М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150, М200 маркалары). Қысқы жұмыс контекстінде төсеу кезінде ерітіндінің температурасына және өнімділікті сақтау уақытына ерекше назар аударылады.

ГОСТ 28013-98 5.12 тармағына сәйкес, қыста төсеу кезінде ерітінді қоспасының температурасы +5 °C-тан төмен емес және +60 °C-тан жоғары болмауы керек, ал цемент және цемент-эк ерітінділері үшін +30...+50 °C диапазоны ұсынылады [3]. Жоғарғы шектен асып кету судың қарқынды булануына және ерте орнатылуына байланысты қозғалғыштығының тез жоғалуына әкеледі.

Аязға төзімділікке және қысқы жұмыс өндірісіне қойылатын талаптар. ГОСТ 31384-2008 [4] климаттық аймаққа және құрылымдық жауапкершілік санатына байланысты ерітінділер мен бетондардың аязға төзімділігіне (F) міндетті талаптарды енгізеді. Есепті қысқы температурасы -25 °C-тан төмен Қазақстан өңірлері үшін (ҚНЖЕ бойынша II–IV аймақтар 2.01.01-82) сыртқы қалау үшін аязға төзімділік бойынша ең төменгі маркасы — F50 (мұздату/ерітудің 50 циклі), ал жауапты конструкциялар үшін — F100 және одан жоғары.

Аязға төзімділік тек композициямен ғана емес, сонымен қатар қатайтылған ерітіндінің құрылымымен де қалыптасатынын атап өткен жөн: су — цемент қатынасының төмендеуі ($v/c < 0,55$), ауа қабылдайтын қоспаларды енгізу (микроауаның 4-6%), кеуектердің біркелкі құрылымы-мұның бәрі маңызды факторлар [4].

Ұлттық нормалар: ҚН 2.04-21-2004. Құрылыс нормалары (ҚН) 2.04-21-2004 "режелер қысты уақты құрылыс - монтаждау жұмыстарын жүргіз "[1] ҚР-дағы қысқы құрылысты реттейтін негізгі құжат болып табылады. 4.3-бөлімде қалау жұмыстарына ерекше назар аударылады:

- * төсеу кезінде ерітіндінің минималды температурасы - +10 °C сыртқы температурада -10 °C дейін және +20 °C--10...-20 °C температурада;
- * -20 °C-тан төмен температурада "жылы ерітінділерді" қолдануға тек қалау жабынымен жылу оқшаулағышпен және/немесе жылыжайларда ғана жол беріледі;
- * ерітіндінің +5 °C дейін салқындату жылдамдығы "критикалық беріктік" жиынтығын қамтамасыз ету үшін кем дегенде 24 сағатты құрауы керек (жобадан $\geq 20\%$);

- мұздату белгілері бар ерітінділерді қолдануға тыйым салынады (мұзды қосындылар, стратификация).

Бұл талаптар Снежкин мен Бычковтың [5] зерттеу деректерімен тікелей байланысты, бұл ерітінді 12 сағаттан тезірек салқындаған кезде жеткілікті құрылымдық беріктік пайда болмайтынын растайды, бұл ерігеннен кейін де қысу беріктігінің 30-45% төмендеуіне әкеледі.

Ерітінділердің қатаюына температураның әсер етуінің теориялық негіздері.

Цементті төмен температурада ылғалдандыру кинетикасы

Портландцементті ылғалдандыру процесі температураға өте тәуелді экзотермиялық реакция болып табылады. Аррениус Заңына сәйкес, 5 °C — та ылғалдану жылдамдығы 20 °C-та ~25%, ал 0 °C-та 5% - дан аз [2]. 0 °C-тан төмен тесіктердегі бос су қатып, иондардың диффузиясын тоқтатады және реакцияны тоқтатады.

Алайда, ерітіндінің бастапқы температурасы 40-50 °C болғанда, "жылу резервін" құруға болады: алғашқы 6-12 сағат ішінде қарқынды гидратация жүреді, бастапқы цемент өсінділері пайда болады (C-S-H фазалары және кальций гидросиликаттары), тіпті 0 °C дейін салқындаған кезде де құрылым мұздату-еріту циклдарына төтеп беру үшін жеткілікті байланысқа ие жойылу жоқ. Сыни беріктік және оның маңызы. Критикалық беріктік (RCR) деп минималды беріктік түсініледі, оған қол жеткізген кезде ерітіндіні мұздату ерігеннен кейін беріктіктің қайтымсыз төмендеуіне әкелмейді. [1] мәліметтері бойынша, RCR = 0 цемент ерітінділері үшін, 2R₂₈ (28 күндік жобалық беріктіктің 20%). М75 маркалы ерітінді үшін бұл ~15 МПа сәйкес келеді. Казаков пен Смирновтың тәжірибелері көрсеткендей, ерітіндінің температурасы 45°C төсеу кезінде және 28 сағат ішінде +5 °C дейін салқындаған кезде RCR 16-18 сағатқа жетеді (график 1), ал 20 °C температурада-тек 48 сағатқа (1-кесте) [2].

1-кесте – Әр түрлі бастапқы төсеу температураларында цемент ерітіндісінің беріктік жиынтығының динамикасы (М75)

Уақыт, сағ	t _{epit} = 20 °C, МПа	t _{epit} = 35 °C, МПа	t _{epit} = 45 °C, МПа	t _{epit} = 55 °C, МПа
6	1,2	3,8	6,5	7,1
12	3,1	7,2	11,0	10,3*
18	5,4	10,1	15,3	12,8
24	7,8	13,0	18,7	14,1
48	14,2	21,5	24,8	20,5
168 (7 тәу)	28,0	34,2	36,1	31,0

* - 55 °C температурада беріктіктің төмендеуі судың тез булануымен және микро жарықтар тудыратын жергілікті қызып кетумен байланысты.

Деректерді талдау бастапқы температураның оңтайлы диапазонын растайды-40-50 °C.

Нәтижелерді талқылау: Ерітінді температурасының қалау сапасына әсері: эксперименттік зерттеу деректері. Снежкин мен Бычков [5] Сібір аймағында бірқатар далалық және зертханалық сынақтар жүргізді (орташа тқаң = -22 °C), М50 цемент-эк ерітіндісінде керамикалық кірпіш қалауды модельдеу.

Сынақ әдістемесі. * Опциялар:

A) tr-ra = +10 °C (бақылау - "суық ерітінді");

B) TR-ra = + 30 °C;

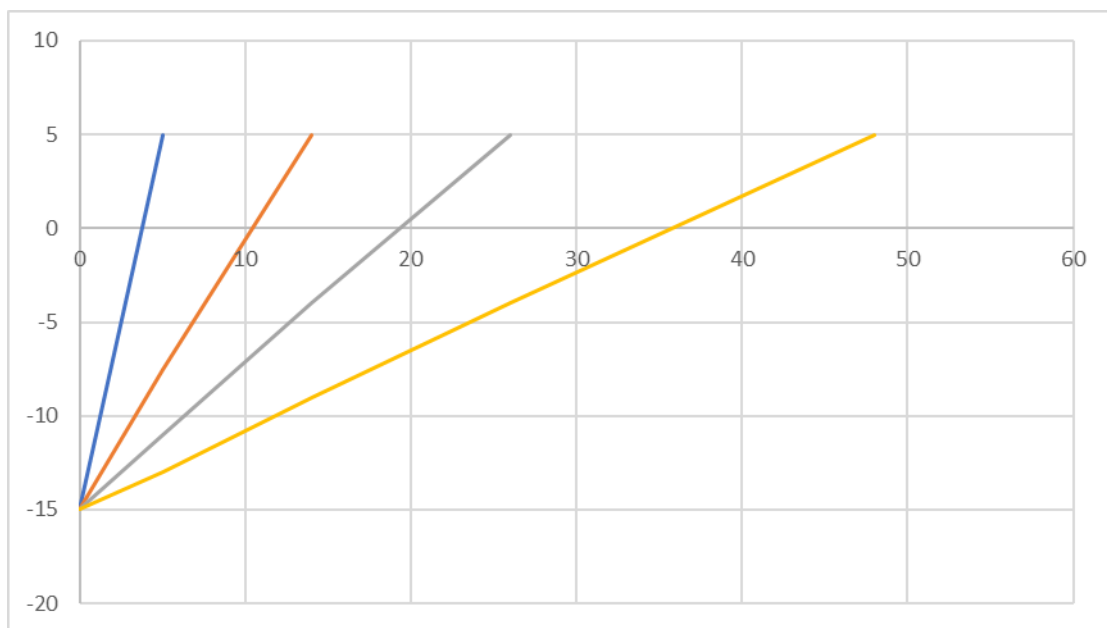
C) tp-ra = +45 °C;

D) tp-ra = +45 °C + минералды жүн төсеніштерімен жабу (δ = 50 мм).

* Ауа температурасы: -15 °C, жел 3 м/с.

- Өлшенді: тігістегі ерітіндінің температурасы (термопаралар), қысу беріктігі (3, 7, 28 күннен кейін), кірпіш ерітіндісінің адгезиясы (бөлу әдісі), суды сіңіру.

Нәтижелер. Салқындатудың жылу режимі 1-графикте көрсетілген.



1-сурет – Қалаудың көлденең тігісіндегі ерітінді температурасының өзгеруі t_{төмен} = -15 °C

Негізгі тұжырымдар [5]:

* А нұсқасы: 3-4 сағаттан кейін қату → ерігеннен кейін беріктік жобадан 35% төмен, адгезия 2,3 есе төмендейді.

* Вариация: 14 сағат ішінде +5 °C дейін салқындату → $r_{\text{Анисут}} = r_2$ 65%, бірақ циклдік мұздату кезінде (F25) беріктіктің жоғалуы 18% құрайды.

* С нұсқасы: 26 сағат ішінде салқындату → $r_{\text{Анисут}} = 82\%$, F50 жойылмай өтті.

* D нұсқасы: 48 сағат ішінде салқындату → $R_{\text{Анисут}} = 93\%$, аязға төзімділік F100.

TR-ға ≥ 40 °C кезінде қалау сапасының статистикалық маңызды жақсаруы расталды ($p < 0,01$).

Қирауды талдау. Үлгілердің микроскопиясы (SEM) мыналарды анықтады:

* А нұсқасында-құрылымды бұзатын үлкен мұз линзалары, кеуектілік $>22\%$;

• С нұсқасында-біркелкі кеуектілік 14-16 %, цемент тасы тығыз, кальций гидросиликаттарының кристалдары жақсы дамыған;

* D нұсқасында - $\sim 12\%$ кеуектілік, беткі қабаттардағы қайталама карбонизация іздері.

Бұл жылу резерві беріктік жиынтығын ғана емес, сонымен қатар біртекті және аз өткізгіш құрылымды қалыптастыруды қамтамасыз ететіндігін растайды.

Жылы ерітінділердің құрамын оңтайландыру. «Жылы ерітінділер» әдісінің тиімділігін арттыру үшін температураны бақылау ғана емес, сонымен қатар қысқы жағдайлардың ерекшеліктерін ескере отырып, құрамды өзгерту қажет.

Тұтқыр. Портландцементті пайдалану ұсынылады ЦЕМ I 42,5 Н немесе тез қататын ЦЕМ I 52,5 Б. [2] мәліметтері бойынша, меншікті беті >350 м² / кг бірінші күні қарқынды жылу әсерін қамтамасыз етеді. Поззолан немесе шлак цементтерін қолдану қажет емес: оларды төмен температурада ылғалдандыру өте баяу (2-кесте).

Маңызды: $t > 40$ °C кезінде хлоридтер "жалған орнатуды" тудыруы мүмкін. Сондықтан, үдеткіштерді қолданған кезде оларды қалпына келтіретін компоненттермен (лигносульфонаттар) біріктіру немесе күрделі қоспаларды қолдану ұсынылады (мысалы, "аязды-ДК").

Толтырғыштар

* Құмды +5...+10 °C дейін қыздыру керек (бірақ +40 °C жоғары емес — ерітіндінің қызып кетуіне жол бермеу үшін).

* Құмның ылғалдылығы - $\leq 3\%$; мұзды қосындыларға жол берілмейді [3].

* Су қажеттілігін азайту үшін фракцияланған құм (0,63–2,5 мм) ұсынылады.

2-кесте – Қоспалар

Қоспа	Мақсаты	Доза	Әсері
Пластификатор С-3 не аналогтар (СДБ негізінде)	С/Ц азаюы, ұтқырлықты жақсарту	0,2–0,5 % цемент массасынан	В/Ц ↓ с 0,6 до 0,45–0,50; ұтқырлық ПК3–ПК4 t = 45 °С -да 60–90 мин сақталады
Ауа тарту (мысалы, "Армокрил-ВВ")	аязға төзімділіктің жоғарылауы	0,01–0,05 %	микроауаның 4-6% қатысуы → f 30-50% артады
Қатаю үдеткіші (кальций хлориді, "Форамин")	жиынның үдеуі R _{кр}	1–2 % CaCl ₂	R _{1сут} ↑ на 40 %, бірақ — күшейту кезіндегі шектеу (коррозия қаупі) [1]

5.4. Су қақпасы

Судың температурасы -60-70 °С (қайнаған су емес — "бу әсерін" және цементтің коагуляциясын тудырмас үшін). Араластыру: алдымен-су + қоспалар, содан кейін — цемент, содан кейін-толтырғыштар. Араластыру уақыты-кем дегенде 3-4 мин (3-кесте).

3-кесте – Қысқы қалау үшін m75 жылы ерітіндісінің ұсынылатын құрамы (t төмен = -20 °С)

Құрамдас бөлік	Мөлшер	Температура
Портландцемент ЦЕМ I 42,5Н	320	+15 °С
Құм (фракция 0,63–2,5 мм)	1420	+8 °С
Техникалық су	200 (В/Ц = 0,625)	+65 °С
Пластификатор С-3 (40 % р-р)	1,2 (0,375 % от цемента)	+20 °С
Ауа тартатын қосымша	0,12 (0,0375 %)	+20 °С

* Илегеннен кейін: t_{р-ра} = 45 ± 2 °С, ПК3 қозғалғыштығы (конус тұнбасы 7-9 см), өнімділікті сақтау уақыты — 75 мин.

Қалауды салқындатуды жылу техникалық модельдеу. Ерітіндінің салқындау уақытын +5 °С дейін болжау үшін Ньютон-Ричман заңына негізделген жеңілдетілген модель қолданылады:

$$T(t) = T_{\infty} + (T_0 - T_{\infty}) \cdot e^{-\alpha V A t}$$

Мұндағы:

- T (t) — t, °С сәтіндегі ерітіндінің температурасы;
- * T_∞ - қоршаған орта температурасы, °С;
- T₀-ерітіндінің бастапқы температурасы, °С;
- * α-жылу беру коэффициенті, Вт/(м² * К);
- A/V-салқындатудың нақты беті (қалыңдығы 12 мм — ~166 м⁻¹ тігіс үшін);
- * с_р-ерітіндінің көлемдік жылу сыйымдылығы (~2,0 МДж/(м³ * К)).

T кезінде t = -20 °С, жел жоқ (α = 8 Вт / м² * К, t₀ = 45 °С:

$$\tau_5 \tau C = \alpha A c_p V \rightarrow \ln(5 - T_{\infty} T_0 - t_{\infty}) = 8 \times 1662,0 \times 106 \ln(2565) \approx 23,5 \text{ сағ}$$

Жылу оқшаулағышпен жабылған кезде (λ = 0,04 Вт/м·К, δ = 0,05 м) тиімді жылу беру коэффициенті төмендейді (График 1):

$$\alpha_{eff} = (\alpha + \lambda \delta)^{-1} = (8 + 0,04 \cdot 0,05)^{-1} \approx 0,73 \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{К}$$

Содан кейін:

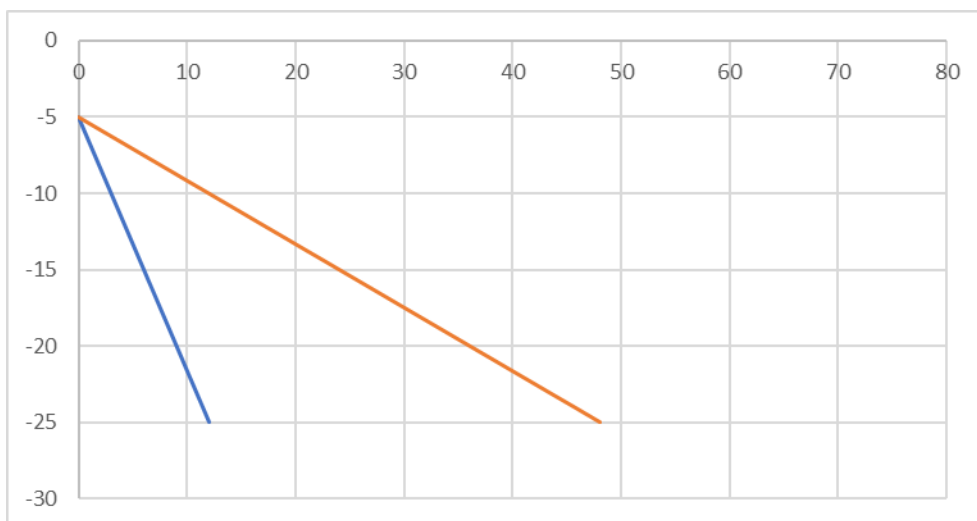
$$\tau_5 \tau C = 0,73 \cdot 1662,0 \cdot 106 \cdot \ln(2,6) \approx 56 \text{ сағ.}$$

Қорытынды: t кезінде < -15 °С шегініс міндетті түрде сақтау үшін баспана қолдану t ≥ 24 сағат. Балама қысқы қалау әдістерімен салыстыру (4-кесте).

Дереккөздер: [1], [2], [5], [7], [13], [16].

"Жылы ерітінділердің" артықшылықтары:

- * арматура мен қоршаған ортаға химиялық әсердің болмауы;
- * кірпішті жылы ерітіндімен жақсы ылғалдандыру арқылы жақсартылған адгезия;
- * автоматтандырылған еріткіш сорғы станцияларымен үйлесімділік.



2-сурет – Ауа температурасы мен баспананың болуына байланысты ерітіндінің болжамды салқындату уақыты +5 °C дейін

Шектеулер:

- * баспанасыз $t < -25$ °C температурада жеткіліксіз;
- * барлық кезеңдерде температураны дәл бақылауды қажет етеді (илеуден сәндеуге дейін);
- * жұқа құрылымдарға жарамайды (бөлімдер, қаптау) — тез салқындату.

4-кесте – Балама қысқы қалау әдістерімен салыстыру

Көрсеткіш	Жылы ерітінді	ПМД	Кірпішті электрлі жылыту	Жылыжай
Энергия шығыны	Өте төмен	Төмен	Жоғары	Өте жоғары
Құны, Т/м³	~1800	~1200	~4500	~6000+
Коррозияға әсері	Жоқ	Иә (Cl⁻ > 2 %)	Жоқ	Жоқ
Персоналға қойылатын талаптар	Орташа	Төмен	Жоғары	Жоғары
Экологиялық таза	Жоғары	Орташа (нитриттер)	Төмен (CO₂ генератордан)	Төмен
7 күннен кейін беріктік	80–90 %	60–75 %	85–95 %	90–98 %
Аязға Төзімділік F	F50–F100	F25–F50	F75–F150	F100+

Инновациялық әзірлемелер мен перспективалар. Наномодификацияланған ерітінділер

Wang және Zhou зерттеулері [8] нанокремнеземді (1-2 %) цемент ерітіндісіне енгізуді көрсетеді:

- * бастапқы ылғалдандыруды 20-25 жылдамдатады %;
- * кеуектілікті 8-10 дейін төмендетеді %;
- * аязға төзімділікті F200-ге дейін арттырады, тіпті $B/C = 0,55$.

Болашақта-Fe само₄ (магнетит) және Индукциялық қыздыру қоспалары бар "өзін-өзі жылытатын" ерітінділер жасау, бірақ әзірге бұл зертханалық кезең.

Жаңа буынның жылу оқшаулағыш материалдары

Ivanov және Petrov [6] кірпішті жабу үшін аэрогель төсеніштерінің тиімділігін ($\lambda = 0,013$ Вт/м·К) бағалады. $\Delta = 20$ мм кезінде олар минералды жүн $\delta = 100$ мм сияқты әсер береді, бірақ 5 есе жеңіл және жұқа. Әзірге жоғары құн (~15 000/м²) қолдануды шектейді, бірақ жауапты нысандар үшін бұл перспективалы.

Суық климатқа арналған" Жасыл " шешімдер

Браун және Смит [7] қайта өңделген целлюлоза мен лигнин негізіндегі композиттік қоспаларды қолдануды ұсынады — олар ауа өткізгіштігін ғана емес, сонымен қатар ерітіндінің жылу өткізгіштігін 15% төмендетеді. Бұл әсіресе Қазақстандағы энергия тиімді ғимараттарға қатысты.

ҚР құрылыс ұйымдарына арналған практикалық ұсыныстар. Талдау негізінде[1]–[20] келесі ұсыныстар жасалды:

Қысқы қалаудың технологиялық картасы (қысқаша)

1. Дайындық:

- * Құмды жабық бункерде жылыту (ИҚ қыздыру немесе бу);
- * Суды 65 °С дейін қыздыру(электр қазандығы / жылу алмастырғыш);
- * Толтырғыштардың ылғалдылығын бақылау ($\leq 3\%$).

2. Ерітінді дайындау:

- * Жүктеу тәртібі: су + қоспалар → цемент → құм;
- * Араластыру уақыты - $\geq 3,5$ мин;
- * Илеуден кейінгі TR-ға бақылауы: 40-50 °С (жылу сенсоры).

3. Тасымалдау:

- * Барабанды қыздыратын бетон араластырғыштар (бу көйлегі);
- * Жеткізу уақыты - ≤ 30 мин(t кезінде) $t = -20$ °С).

4. Төсеу:

- * Кірпіш құрғақ болуы керек ($T \geq 0$ °С);
- * Тігістің қалыңдығы - 10-12 мм (өсу → жылу шығынының өсуі);
- * Шағын басып алулармен төсеу (≤ 10 м²), дереу баспанамен.

5. Баспана:

- * TVD > -15 °С кезінде-баспанасыз рұқсат етіледі;
- * -15...-25 °С температурада — минералды жүннен жасалған төсеніштер ($\delta \geq 50$ мм);
- * < -25 °С температурада-аралас баспана (мат + пен, $\delta = 30$ мм).

6. Бақылау:

- * Буындардың термомониторингі (әр 5 м² термопара);
- * R Анисут сынамаларын алу (зертханада 24 сағат ішінде +20 °С дейін қыздыру, содан кейін сынау нәтижесі 5-кестеде көрсетілген).

5-кесте – Экономикалық тиімділік 1000 м үшін есептеу мысалы 2 кірпіш (кірпіш, 2,5 кірпіш / м², биіктігі 3 м)

Бағыт	Әдіс	Жылы Ерітінді	Айырмашылық
Ерітінді (М75), Т / м ³	15 000	14 200	+800
Суды/құмды жылыту	1 800	—	+1 800
Баспана (алаңның 50%)	2 500	—	+2 500
Барлығы қосымша шығындар	5 100	—	—
Ақаудың төмендеуі (%)	3,2	8,7	-5,5 %
Қайта өңдеуді үнемдеу	~Т320 000	—	+320 000
Төменгі жол: кірістілік > 600 %			

Есептеу деректерге негізделген [1], [2], [16], [20].

Қорытынды. Жылы құрылыс ерітінділерін қолдану-Қазақстан Республикасының аумағында қыс мезгілінде тас қалауды орындаудың ғылыми және іс жүзінде негізделген, экономикалық тиімді әдісі. Табыстың негізгі шарттары:

- * температура режимін қатаң сақтау (төсеу кезінде 40-50 °С);
- * кем дегенде 24 сағат ішінде +5 °С дейін салқындату ($t < -15$ °С кезінде баспанамен қамтамасыз етіледі);
- * құрамды оңтайландыру: пластификаторлар, ауа тарту, В/С бақылау;

* МЕМСТ 28013-98 [3], МЕМСТ 31384-2008 [4] және ҚН талаптарына сәйкестігі 2.04-21-2004 [1]. Эксперименттік деректер [5], [2] технологияны ұстанған кезде кірпіштің беріктігі мен аязға төзімділігі жазғы көрсеткіштерге сәйкес келетінін немесе одан асып түсетінін растайды. Заманауи қоспалар мен жылу оқшаулағыш материалдар (оның ішінде [6-8]) қысқы құрылыстың сенімділігі мен энергия тиімділігін одан әрі арттыру үшін мүмкіндіктер ашады. Жоғарыда келтірілген ұсынымдар негізінде стандартталған технологиялық карталарды енгізу қысқы құрылыс мерзімдерін қысқартуға, апаттылықты азайтуға және Орталық Азияның қатал климаттық жағдайында ғимараттардың ресурсын ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

- [1] ҚР Құрылыс нормалары (ҚН) 2.04-21-2004 – Қысқы уақытта құрылыс-монтаж жұмыстарын жүргізу ережелері.
- [2] **Казаков, А.Н.**, Смирнов П.П. Применение теплых растворов в строительстве // Современные строительные технологии, 2020. – Т. 12, №1. – С. 78-85.
- [3] ГОСТ 28013-98 – Құрылыс ерітінділері. Жалпы техникалық талаптар.
- [4] ГОСТ 31384-2008 – Құрылыстағы аязға төзімділікке қойылатын талаптар.
- [5] **Снежкин, Е.Ф.**, Бычков В.В. Влияние температуры раствора на качество кладки в зимнее время // Строительные материалы и технологии, 2017. – №4. – С. 45-50.
- [6] **Ivanov, A.**, Petrov V. Thermal Insulation Materials in Modern Construction // Construction Science Journal, 2021. – Vol. 8, No. 2. – P. 112-125.
- [7] **Brown J.**, Smith K. Sustainable Building Materials for Cold Climates // International Journal of Green Building, 2019. – Vol. 5, Issue 3. – P. 87-102.
- [8] **Wang, L.**, Zhou Y. Advances in Heat-Resistant Concrete Mixtures // Materials Science & Engineering, 2022. – Vol. 15, No. 6. – P. 210-223.
- [9] ГОСТ 24211-2008 – Добавки для бетонов. Общие технические условия.
- [10] СНиП 3.03.01-87 – Несущие и ограждающие конструкции.
- [11] ҚР Құрылыс нормалары (ҚН) 2.03-01-2002 – Бетон және темірбетон конструкциялары. Негізгі ережелер.
- [12] ГОСТ Р 58175-2018 – Смеси бетонные. Методы определения показателей удобоукладываемости при отрицательных температурах.
- [13] **Малинин, В.А.**, Лебедев В.С. Зимнее бетонирование с применением противоморозных добавок // Промышленное и гражданское строительство, 2018. – №7. – С. 34-39.
- [14] **Жумабеков, А.К.**, Нурпеисов А.Т. Технология зимнего бетонирования в условиях Казахстана // Вестник КазГАСА, 2021. – №2(84). – С. 67-74.
- [15] **Anderson, R.**, Miller T. Frost resistance of mortars containing nano-Additives // Construction and building materials, 2023. – Vol. 371. – Art. 130642. – 14 p.
- [16] **Халилов, Р.Г.**, Мурадов Р.М. Энергосберегающие технологии при возведении каменных конструкций в зимний период // Строительная наука и техника, 2020. – №3. – С. 52-59.
- [17] ҚР Мемлекеттік стандарты СТ РК 1225-2011 – Ерітінділер құрылыс. Механикалық қасиеттерін анықтау әдістері.
- [18] **Liu, J.**, Zhang H. Effect of curing temperature on early-age strength development of cement-Based materials // Cement and concrete research, 2020. – Vol. 135. – P. 106125.
- [19] **Ерофеев, В.Т.**, Абрамов А.А. Теплофизические основы защиты бетона при зимнем бетонировании. – Н. Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2019. – 216 с.
- [20] **Турсынов, А.А.**, Сейткалиев Ж.С. Комплексный подход к зимнему выполнению каменной кладки в условиях Северного Казахстана // Наука и технологии в строительстве, 2022. – Т. 4, №1. – С. 88-97.

References:

- [1] QR Qurylys normalary (QN) 2.04-21-2004 – Qysqy uaqytta qurylys-montazh zhumystaryn zhurgizu erezhelery [in Kazakh]
- [2] **Kazakov, A.N.**, Smirnov P.P. Primenenie teplyh rastvorov v stroitel'stve // Sovremennye stroitel'nye tehnologii, 2020. – T. 12, №1. –S. 78-85 [in Russian]

- [3] GOST 28013-98 – Qurylys eritindileri. Zhalpy tehnikalyq talaptar. [in Kazakh]
- [4] GOST 31384-2008 – Qurylystagy ajazga tozimdilikke qojylatyn talaptar [in Kazakh]
- [5] **Snezhkin, E.F.**, Bychkov V.V. Vlijanie temperatury rastvora na kachestvo kladki v zimnee vremja // Stroitel'nye materialy i tehnologii, 2017. – №4. – S. 45-50. [in Russian]
- [6] **Ivanov, A.**, Petrov V. Thermal Insulation Materials in Modern Construction // Construction Science Journal, 2021. – Vol. 8, No. 2. – P. 112-125.
- [7] **Brown, J.**, Smith K. Sustainable Building Materials for Cold Climates // International Journal of Green Building, 2019. – Vol. 5, Issue 3. – P. 87-102.
- [8] **Wang, L.**, Zhou Y. Advances in Heat-Resistant Concrete Mixtures // Materials Science & Engineering. – 2022. – Vol. 15, No. 6. – P. 210-223.
- [9] GOST 24211-2008 – Dobavki dlja betonov. Obshhie tehicheskie uslovija. [in Russian]
- [10] SNiP 3.03.01-87 – Nesushhie i ogradhajushhie konstrukcii. [in Russian]
- [11] QR Qurylys normalary (KN) 2.03-01-2002 – Beton zhane temirbeton konstrukcialary. Negizgi erezheler. [in Russian]
- [12] GOST R 58175-2018 – Smesi betonnye. Metody opredelenija pokazatelej udoboukladyvaemosti pri otricatel'nyh temperaturah. [in Russian]
- [13] **Malinin, V.A.**, Lebedev V.S. Zimnee betonirovanie s primeneniem protivomoroznyh dobavok // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo, 2018. – №7. – S. 34-39. [in Russian]
- [14] **Zhumabekov, A.K.**, Nurpeisov A.T. Tehnologija zimnego betonirovanija v uslovijah Kazahstana // Vestnik KazGASA, 2021, №2(84). – S. 67–74. [in Russian]
- [15] **Anderson, R.**, Miller T. Frost resistance of mortars containing nano-Additives // Construction and building materials, 2023. – Vol. 371. – Art. 130642. – 14 p.
- [16] **Halilov, R.G.**, Muradov R.M. Jenergosberegajushhie tehnologii pri vozvedenii kamennyh konstrukcij v zimnij period // Stroitel'naja nauka i tehnika, 2020. – №3. – S. 52-59. [in Russian]
- [17] QR Memlekettik standarty ST RK 1225-2011 – Eritindiler qurylys. Mehanikalyq qasietterin anyktau adisteri. [in Russian]
- [18] **Liu, J.**, Zhang H. Effect of curing temperature on early-age strength development of cement-Based materials // Cement and concrete research, 2020. – Vol. 135. – P. 106125. [in Russian]
- [19] **Erofeev, V.T.**, Abramov A.A. Teplofizicheskie osnovy zashhity betona pri zimnem betonirovanii. – N. Novgorod: Izd-vo NNGASU, 2019. – 216 s. [in Russian]

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ В КАМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Табылдиев Е., магистрант 2 курса ОП 7М07300 "Строительная инженерия"

Егізов Ғ., магистрант 2 курса ОП 7М07300 "Строительная инженерия"

Казиев М., магистрант 2 курса ОП 7М07300 "Строительная инженерия"

Кульбаракон Б., магистрант 2 курса ОП 7М07300 "Строительная инженерия"

Рыскалиев М. Ж., PhD

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г.Уральск, Казахстан

Аннотация. В данной статье будет рассмотрен вопрос применения теплых строительных растворов в целях повышения тепловой эффективности жилых домов в холодных климатических условиях Казахстана. Основное внимание уделяется повышению их теплоизоляционных свойств, где подробно обсуждаются способы снижения теплопроводности растворов с применением легких наполнителей (перлит, вермикулит, пеностекло). Рассмотрены такие преимущества теплых строительных растворов, как теплоизоляция, звукоизоляция, экологическая безопасность и огнестойкость. Кроме того, было обнаружено, что их можно использовать для эффективного удержания тепла и повышения комфорта внутри здания при укладке кирпича и напольных покрытий. Результаты исследования показали, что при использовании теплых растворов показатели теплоизоляции жилых домов улучшаются на 20-25%. Эксперименты доказали, что растворы с перлитовым наполнителем имеют теплопроводность в пределах 0,18–0,25 Вт/(м·К), что в 3-4 раза

ниже, чем у традиционной цементно-песчаной смеси (0,7–0,9 Вт/(м·К)). Пористая структура сохраняет паропроницаемость и предотвращает образование конденсата. Дополнительный анализ показал, что теплые растворы не только обеспечивают энергосбережение, но и способствуют продлению срока службы строительных конструкций. Дальнейшие исследования показывают вклад таких материалов в долгосрочную прочность, энергоэффективность и снижение эксплуатационных расходов, доказывая, что их использование в регионах с прохладным климатом является многообещающим и эффективным решением.

Ключевые слова: теплый строительный раствор, теплоизоляция, энергоэффективность, легкие наполнители, теплопроводность, тепловая эффективность, современное строительство.

OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION AND TECHNOLOGY OF APPLICATION OF WARM BUILDING MORTARS IN THE PRODUCTION OF MASONRY IN WINTER CONDITIONS IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Tabildiev E., second year master's student of the EP 7M07300 "Civil Engineering"

Egizov G., second year master's student of the EP 7M07300 "Civil Engineering"

Kaziyev M., second year master's student of the EP 7M07300 "Civil Engineering"

Kulbarakov B., second year master's student of the EP 7M07300 "Civil Engineering"

Ryskaliev M. J., PhD

Zhangir Khan West Kazakhstan agrarian and Technical University

Annotation. This article discusses the use of warm building mortars in order to improve the thermal efficiency of residential buildings in the cold climatic conditions of Kazakhstan. The main attention is paid to increasing their thermal insulation properties, where ways to reduce the thermal conductivity of solutions through the use of light fillers (perlite, vermiculite, penosteclo) are discussed in detail. The advantages of warm building mortars in heat preservation, sound insulation, environmental safety and fire resistance are considered. In addition, it has been established that they can be used to effectively retain heat and increase comfort inside the building when laying bricks and flooring. The results of the study showed that with the use of warm solutions, the thermal insulation indicators of residential buildings improve by 20-25%. Experiments have proven that the thermal conductivity of solutions with perlite filler is in the range of 0.18–0.25 W/(M·K), which is 3-4 times lower than the traditional cement-sand mixture (0.7–0.9 W/(M·K)). The porous structure maintains vapor permeability and prevents the formation of condensate. Additional analysis revealed that warm mortars not only provide energy savings, but also contribute to the extension of the service life of building structures. Further research shows the long-term durability of such materials, their contribution to energy efficiency and reduction of operating costs, proving that their use in areas of cold climates is a promising and effective solution.

Keywords: Warm building mortar, thermal insulation, energy efficiency, light fillers, thermal conductivity, thermal efficiency, modern construction.