

УДК 691.53

Мавлюбердинов А.Р. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: mazatr73@mail.ru

Изотов В.С. – доктор технических наук, профессор

E-mail: izotov_V_S@mail.ru

Нургатин И.И. – студент

E-mail: nii.magistr@gmail.com

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Изучение механизмов влияния противоморозных добавок на свойства растворных смесей

Аннотация

Целью работы являлось исследование механизма влияния противоморозных добавок на процессы твердения, прочность, пластичность и снижение количества воды цементного раствора каменной кладки. Все работы проводились в соответствии с нормативными документами («ГОСТ 5802. Растворы строительные. Методы испытаний». «ГОСТ 310.4. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии». «ГОСТ 28013. Растворы строительные. Общие технические условия»).

В результате проведенных исследований выявлено, что введение противоморозных добавок приводит к сокращению сроков схватывания, увеличению пластичности, по сравнению с контрольным образцом, и увеличению прочности.

Ключевые слова: противоморозные добавки, раствор, цементное тесто.

Географическое положение России и, соответственно, ее климатические особенности вносят свои коррективы в проведение строительных работ в холодный период года. Понятно, что общие затраты на строительство зимой более высоки, чем летом или в межсезонье. Продолжительность зимнего периода для климатических условий средней полосы России составляет 5-6 месяцев, не говоря об Урале, Сибири и уж тем более о Крайнем Севере страны. Поэтому использовать только короткий летний сезон и пренебрегать строительством зимой мы не можем себе позволить. Известно, что для поддержания условий твердения растворных смесей при отрицательных температурах необходимо предотвратить образования льда в ее жидкой фазе, чтобы избежать нарушения структуры свежеприготовленного раствора и, как следствие, образования избыточной пористости, пониженной адгезии и прочности. Создание оптимальных условий для твердения возможно либо при обеспечении положительной температуры до достижения раствором критической прочности (что с экономической и технологической сторон не всего целесообразно), либо при снижении температуры образования льда в жидкой фазе. Развитие новых технологий каменной кладки при отрицательных температурах связано с использованием противоморозных добавок. Неоднозначное влияние противоморозных добавок на свойства растворной смеси обуславливает поиск их оптимальных концентраций и изучение закономерностей формирования свойств таких растворов. Здания, возводимые из каменных материалов, зимой подвергаются воздействию различных негативных факторов. К этим факторам относятся отрицательные температуры, их значительные перепады внутри конструкций и сооружений, их суточные и сезонные колебания, многочисленные циклы промерзания-оттаивания. Это приводит к активным деструктивным процессам: к потере несущей способности кладки последующим нарушением структуры раствора, его старению, потере характеристик по прочности, плотности, водонепроницаемости и, в конечном итоге, к полному разрушению. Комплексное воздействие этих факторов, которое обычно имеет место на практике, значительно увеличивает их отрицательное действие. Поэтому к растворам каменной кладки, подвергающемуся воздействию отрицательных сред и одновременному переменному промерзанию и оттаиванию, предъявляются жесткие требования по всем параметрам. Все это требует комплексного изучения влияния на

свойства растворной смеси с противоморозными добавками таких факторов, как циклическое воздействие промерзания-оттаивания, минерализация среды. Получение высококачественных растворов в зимних условиях не представляется возможным без использования химических противоморозных добавок. Применение таких добавок позволяет значительно повысить физико-механические свойства и долговечность цементных растворов. Использование противоморозных добавок является одним из наиболее универсальных, доступных и простых способов при работе в зимних условиях. В растворах каменной кладки с противоморозными добавками на ранней стадии ускоряется кинетика твердения, увеличивается пластичность, а вместе с тем раствор становится подвижной [1]. Учитывая широкий ассортимент рынка противоморозных добавок, необходимо проведение исследований для определения наиболее эффективных добавок. Из вышеуказанного можно сказать, что внедрение в технологию зимних работ, применение добавок, может обеспечить, существенную экономию материальных, энергетических и трудовых затрат, при одновременном повышении качества конструкции и строительных работ, а так же использование растворов с противоморозными добавками позволит сэкономить цемент без ущерба для механических свойств конструкций зданий. Основными свойствами растворной смеси являются подвижность, удобоукладываемость, водоудерживающая способность, а растворов – прочность и долговечность. Растворная смесь в зависимости от состава может иметь различную консистенцию – от жесткой до литой. Строительные растворы для каменной кладки и других работ должны быть достаточно подвижными. Для проверки некоторых свойств растворных смесей с противоморозными добавками в наших исследованиях, были рассмотрены две добавки: водорастворимая порошкообразная добавка НАТРИЙ АЗОТИСТОКИСЛЫЙ «ЧДА» (NaNO_2) – кристаллы белого цвета с желтоватым оттенком, которая выпускается в виде 28%-го раствора по ГОСТ 19906, а так же добавка «КРИОПЛАСТ-Р» – добавка выпускаемая в форме водного раствора коричневого цвета, показатели качества которой должны соответствовать требованиям (ТУ 5745-066-58042865-2011). Для изучения влияния противоморозных добавок на сроки схватывания цементного теста использовался портландцемент ПЦ500-Д20-Б ОАО «Вольскцемент». Свойства растворных смесей с противоморозными добавками определялись по стандартным методам. Применение противоморозных добавок в определенной степени влияет на сроки схватывания портландцемента, а, следовательно, и растворов на его основе. На формирование структуры и конечную прочность цементного камня существенное влияние оказывает также соответствие сроков начала схватывания цементной системы и окончания всех технологических процессов. Для достижения максимальных прочностных характеристик камня раствор после начала схватывания должен находиться в неподвижном состоянии. Существует мнение, что разрушение кристаллизационной структуры цементного камня на стадии ее формирования и развития приводит к снижению прочности камня. Исследовано влияние добавок на подвижность растворной смеси. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние противоморозных добавок на подвижность растворной смеси

№ п/п	Содержание добавок, %		Погружение эталонного конуса, см	Марка подвижности	В/Ц
	Нитрит натрия	Криопласт Р			
1	0	0	3,6	ПК1 (1-4 см)	0,44
2	8	0	4,4	ПК2 (4-8 см)	0,44
3	0	1,5	4,9	ПК2 (4-8 см)	0,44
4	8	0	3,7	ПК1 (1-4 см)	0,40
5	0	1,5	3,9	ПК1 (1-4 см)	0,38

Из таблицы видно, что введение противоморозных добавок значительно влияет на водоцементное отношение (В/Ц), а именно на его снижение. Максимальное снижение В/Ц отношения до 14 % достигается при введении в растворные смеси добавки «КРИОПЛАСТ Р» с дозировкой в количестве 1,5 % от массы цемента. При этом

характерно для этой добавки значительное увеличение срока схватывания цементного теста. Растворная смесь с добавкой «КРИОПЛАСТ Р» получается пластичной. По сравнению с противоморозной добавкой «КРИОПЛАСТ Р», добавка «НИТРИТ НАТРИЯ» влияет на водоцементное отношение (В/Ц) менее активно. Подвижность мало отличается от подвижности контрольного образца без добавок, а количество воды снижается в среднем на 10 %. При введении «НИТРИТ НАТРИЯ» в количестве 8-10 % от массы цемента замедляет сроки схватывания.

На рис. 1 приведены данные из таблицы в графическом виде.

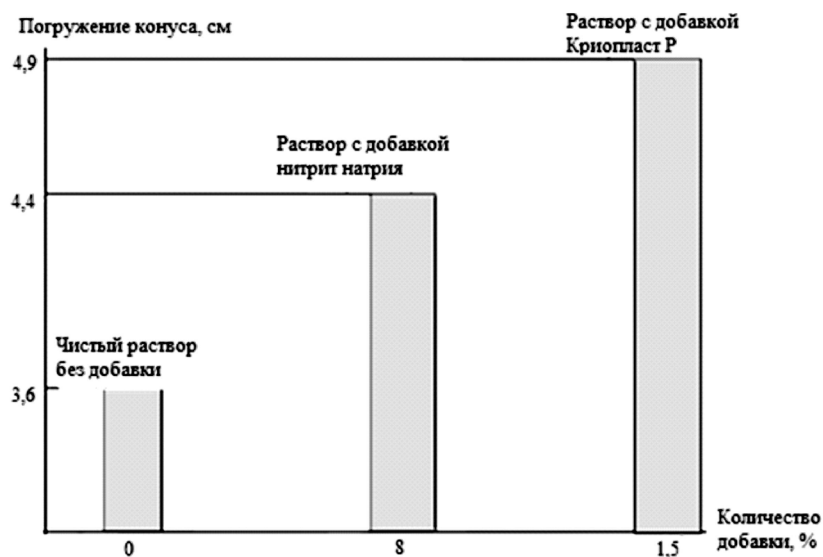


Рис. 1. Подвижность растворной смеси при В/Ц=0,44

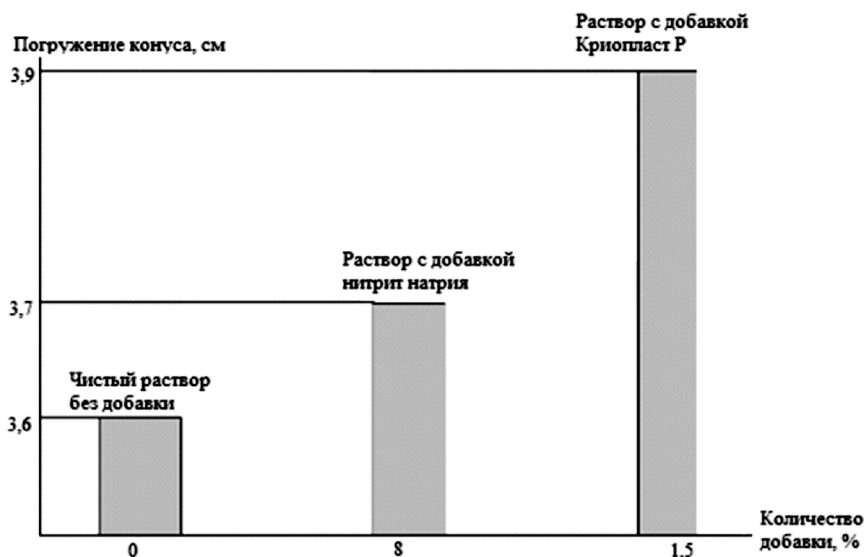


Рис. 2. Подвижность растворной смеси при уменьшении количества воды на 10-12 %

Введение изучаемых противоморозных добавок влияет не только на нормальную плотность и сроки схватывания цементного теста, но и на физико-механические характеристики цементно-песчаного раствора. Испытания проводили на цементном растворе согласно ГОСТ 310.4 [3]. Водоцементное отношение в первом случае всех составов составило 0,44. Последующих для «КРИОПЛАСТ Р» В/Ц=0,38, для «НИТРИТ НАТРИЯ» В/Ц=0,4. Результаты исследований влияния добавок на прочность раствора приведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние противоморозных добавок на физико-механические свойства растворов

№ п/п	Содержание добавок, %		В/Ц	Прочность при изгибе $R_{изг}$, кг/см ²			Прочность на сжатие $R_{сж}$, кг/см ²		
	Нитрит натрия	Криопласт Р		7 сут.	14 сут.	28 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.
1	0	0	0,44	$\frac{44,8}{100}$	$\frac{50,7}{100}$	$\frac{58,4}{100}$	$\frac{332,2}{100}$	$\frac{385,2}{100}$	$\frac{494,6}{100}$
2	8	0	0,44	$\frac{30,5}{68}$	$\frac{46,3}{91}$	$\frac{54,3}{93}$	$\frac{243,2}{73}$	$\frac{291,8}{76}$	$\frac{309,8}{62}$
3	0	1,5	0,44	$\frac{20,8}{46}$	$\frac{33,7}{61}$	$\frac{42,3}{72}$	$\frac{117,7}{35}$	$\frac{196,2}{50}$	$\frac{240,4}{48}$
4	8	0	0,40	$\frac{24,8}{81}$	$\frac{37,7}{82}$	$\frac{42,6}{73}$	$\frac{219,2}{66}$	$\frac{277,5}{72}$	$\frac{291,8}{43}$
5	0	1,5	0,38	$\frac{16,1}{52}$	$\frac{28,6}{62}$	$\frac{37,4}{64}$	$\frac{96,7}{29}$	$\frac{141,2}{37}$	$\frac{211,4}{43}$

Примечание*: над чертой – среднее значение показателя; под чертой – относительное значение показателя в % от контрольного.

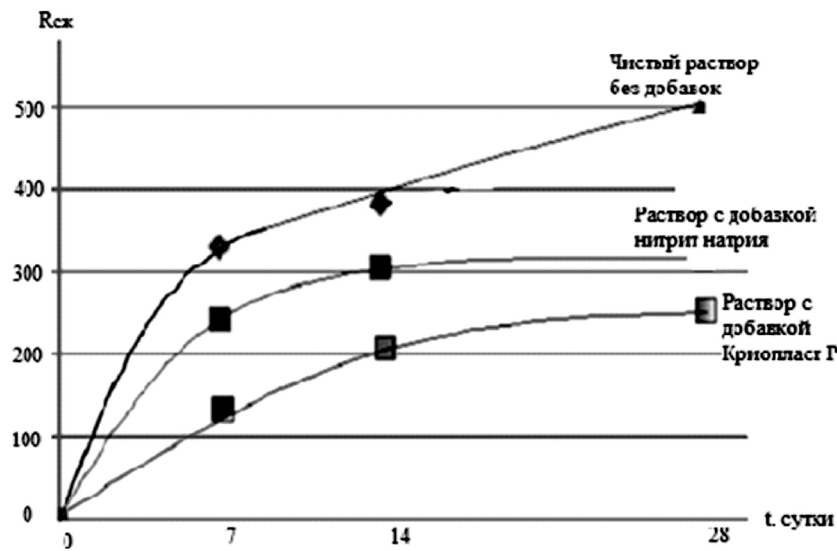


Рис. 3. Прочность растворов при сжатии, при В/Ц=0,44

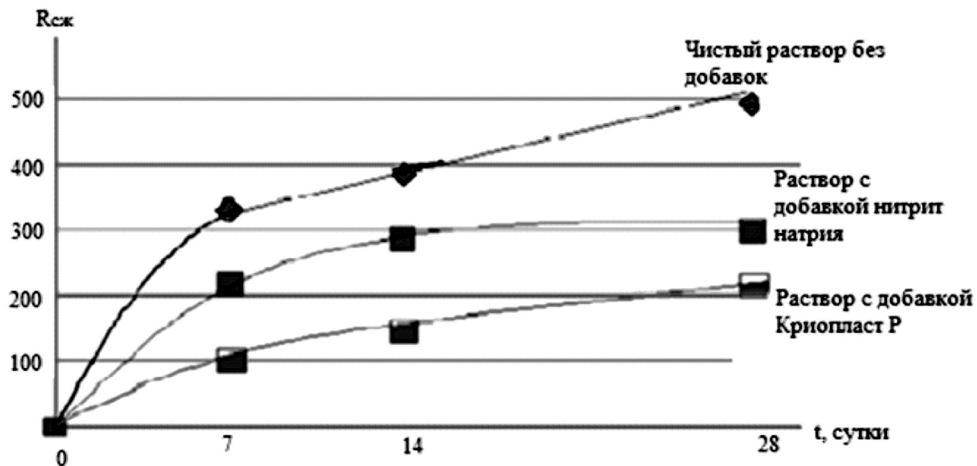


Рис. 4. Прочность растворов при сжатии, при уменьшении количества воды

Из данных, приведенных в табл. 2 и на рис. (2.1-2.2), видно, что при введении добавок «НИТРИТ НАТРИЯ» и «КРИОПЛАСТ Р» прочность цементного раствора увеличивается, особенно в ранние сроки твердения, а в проектном возрасте приближается к прочности контрольного состава.

Прочность при изгибе с противоморозной добавкой «НИТРИТ НАТРИЯ» в возрасте 7 суток показывает 68 % от контрольного, «КРИОПЛАСТ Р» 46 %, при введении добавки в количестве от 8 % и 1,5 % соответственно. Прочность при сжатии с противоморозными добавками «НИТРИТ НАТРИЯ» и «КРИОПЛАСТ Р» раствора нормального твердения в возрасте 28 суток, по сравнению с возрастом 14 суток, понижается на 4-15 %. При этом прочность при изгибе раствора с добавками составляет 72-93 % от контрольного состава.

Таким образом, установлено, что исследуемые добавки увеличивают прочность растворной смеси при отрицательных температурах. При этом, с увеличением количества противоморозных добавок увеличивается подвижность раствора. Введение добавок позволяет снизить водоцементное отношение, за счет которого увеличивается плотность раствора, и соответственно его прочность. При этом прочностные характеристики раствора удовлетворяют требованиям нормативных документов.

Список библиографических ссылок

1. Семенов В.С. Противоморозные добавки для облегченных цементных систем. // Строительные материалы, 2011, № 12. – С. 35.
2. Тараканов О.В., Пронина Т.В., Рациональное применение полифункциональных добавок в технологии зимних работ. // Строительные материалы, 2009, № 7. – С. 42.
3. Нургатин И.И. Противоморозные добавки для каменной кладки // «Тезисы докладов Всероссийской научной конференции». – Казань: КГАСУ, 2013, № 65. – С. 23.
4. Мавлюбердинов А.Р., Нургатин И.И. Изучение влияния противоморозных добавок на основные свойства растворной смеси // «Тезисы докладов Всероссийской научной конференции». – Казань: КГАСУ, 2014, № 66. – С. 21.
5. Мемячкин К.А., Кудоманов М.В., Панченко Д.А. Использование кладочных растворов на основе извести при производстве работ в зимнее время // Строительные материалы, 2009, № 9. – С. 42.
6. Тараканов О.В. Комплексные добавки в производстве цементных растворов и бетонов // Технологии бетонов, 2007, № 6. – С. 12-13.
7. Войтович В.А. Повышение эффективности технологии зимнего бетонирования с применением противоморозных добавок // Строительные материалы, 2009, № 12. – С. 14-15.
8. Касторных Л.И. Добавки в бетоны и строительные растворы. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 221 с.

Mavlyuberdinov A.R. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: mazatr73@mail.ru

Izotov V.S. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: izotov_V_S@mail.ru

Nurgatin I.I. – student

E-mail: nii.magistr@gmail.com

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Studies of the influence of domestic antifreeze additions on the basic properties of mortar

Resume

In connection with development of construction in winter conditions there is a need to use in masonry mortars supplements with antifreeze effect. At negative temperature such solutions should provide a set of desired strength. Creation of optimal conditions for hardening possible

or at positive temperature to achieve a solution of the critical strength (from the economic and technological sides not only appropriate), or, when the temperature of ice formation in the liquid phase. It is known that in order to maintain conditions hardening mortar mixes at low temperatures it is necessary to prevent ice formation in the liquid phase, in order to avoid violation of the structure of freshly prepared solution and, as a consequence, education excess of porosity, low adhesion and strength. The solution is the use of cement masonry mortars with antifreeze additives. This will allow to create conditions for the hydration of cement, to reduce construction terms, reduce energy intensity and complexity of building, as well as to improve the efficiency of buildings. Considered a number antifreeze additives the use of which has allowed to increase the strength of mortar at -18°C on 48-60 %, and increase brand mobility from PC1 to PC2. The introduction of additives antifreeze also led to the reduction of water demand solution to 15-20 %.

Keywords: antifreeze additive, mortar, cement paste.

Reference list

1. Semenov V.S. Antifreeze additive for lightweight cement systems. // *Building materials*, 2011, № 12. – P. 35.
2. Tarakanov O.V., Pronina T.V., Rational use of multifunctional additives in technology winter works. // *Building materials*, 2009, № 7. – P. 42.
3. Mavlyuberdinov A.R, Nurgatin I.I. Antifreeze additive for masonry // «Materials of Republican scientific conference». – Kazan: KSUAE Press, 2013, № 65. – P. 23.
4. Mavlyuberdinov A.R, Nurgatin I.I. Study of influence of additives antifreeze on the basic properties of mortar // «Materials of Republican scientific conference». – Kazan: KSUAE Press, 2014, № 66. – P. 21.
5. Memyachkin K.A., Kudomanov M.V., Panchenko D.A. The use of masonry mortars on the basis of lime in the production of works in winter time // *Construction materials*, 2009, № 9. – P. 42.
6. Tarakanov O.V. Complex additives in the production of cement mortars and concretes // *Technology concrete*, 2007, № 6. – P. 12-13.
7. Voytovich V.A. Improving the efficiency of technology of winter concreting with application of additives antifreeze // *Building materials*, 2009, № 12. – P. 14-15.
8. Kastornich L.I. Additives in concrete and mortars. – Rostov-na-Donu, Phoenix, 2005. – 221 p.