

Урецкая Евгения Авнеровна, канд. хим. наук, доцент, заведующая научно-исследовательским отделом, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

Плотникова Елена Михайловна, ведущий инженер, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

Yauheniya Uretskaya, PhD in Chemical Science, associate professor, head of the scientific-research department, "Institute BelNIIS", RUE, Minsk (Belarus)

Elena Plotnikova, principal engineer, "Institute BelNIIS", RUE, Minsk (Belarus)

ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ НАРУЖНОГО УТЕПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

ANTIFREEZING ADDITIVES FOR THE COMPOSITION OF SYSTEMS OF EXTERNAL HEAT INSULATION OF BUILDINGS UNDER TEMPERATURE BELOW ZERO

АННОТАЦИЯ

Важной характеристикой строительной смеси является обеспечение возможности работы с ней в зимних условиях. Для этих целей наиболее целесообразно использовать строительные смеси с противоморозными добавками, применение которых представляет собой один из способов ведения строительных работ в зимних условиях. В статье изложены вопросы введения противоморозных добавок, что является технологически наиболее простым и экономически выгодным способом ведения строительных работ в зимних условиях, позволяющих выполнять работы по утеплению зданий при отрицательной температуре без ущерба для качества. В республике представлен целый ряд отечественных и зарубежных жидких и порошкообразных противоморозных добавок для строительных растворов, сочетающих в себе одновременно противоморозный, ускоряющий твердение и пластифицирующий эффекты. В данной работе представлено исследование клеевых составов с противоморозными добавками совместного белорусско-чешского предприятия «Стахема-М», одного из ведущих производителей химических добавок для бетонов и строительных растворов в Республике Беларусь. Определены оптимальные количества противоморозных добавок, которые рекомендуются для составов при расчетной температуре твердения до минус 10°C. С целью

определения критерия эффективности использования противоморозных добавок разработана методика определения расчетной температуры применения клеевых составов для наклеивания в системах тепловой изоляции зданий, которая будет введена в СТБ 1621-2006 «Составы клеевые полимерминеральные. Технические условия».

ABSTRACT

The important characteristic of a construction mix is the provision of a possibility to work with it in winter conditions. For these purposes it is expedient to use construction mixes with antifreezing additives. The application of the agents is one of the most technologically simple and economically sound methods to evolve building and construction work on heat insulation of buildings in winter conditions without any harm to quality. A range of domestic and foreign liquid and powdered antifreezing additives for mortars is presented in the Republic. The agents combine antifreezing effect, effect of consolidation acceleration and plasticizing effect. The current article shows the research work that has been carried out in order to investigate the adhesive compounds with antifreezing additives produced by the joint Belarusian-Czech venture "Stakhema-M" that is one of the leading producers of chemical additives for concrete and building mortars in the Republic of Belarus. Optimal quantities of antifreezing additives that are recommended for compositions at the design temperature of consolidation up to 10°C below zero are defined. In order to define the efficiency criterion of application of antifreezing additives, the technology of definition of design temperature of adhesive compounds application for gluing in systems of thermal building insulation that will be introduced in STB 1621-2006 "Adhesive and polymeric-mineral compositions. Specifications" has been worked out.

Ключевые слова: противоморозные добавки, утепление зданий, клеевой состав, отрицательная температура, прочность сцепления, расчетная температура применения

Keywords: antifreezing additives, heat insulation of buildings, adhesive compound, temperature below freezing point, cohesive resistance, design temperature of appliance

ВВЕДЕНИЕ

Ввиду того, что холодный период в Беларуси может продолжаться до 6 месяцев, проведение строительных работ в зимних условиях является весьма актуальной задачей.

Проведение работ по утеплению зданий в период «осень-зима» и «зима-весна» необходимо в тех случаях, когда работы по утеплению фасадов не выполнены или должны быть выполнены частично.

Основными проблемами при производстве работ в зимних условиях являются следующие моменты:

- цемент при отрицательной температуре твердеет очень медленно;
- вода, не успевшая вступить в реакцию с цементом при отрицательной температуре, замерзает;
- замораживание раствора вызывает снижение прочности сцепления заполнителя и наполнителя с цементным камнем и потерю прочностных показателей раствора.

В связи с этим важной характеристикой строительной смеси является обеспечение возможности работы с ней в зимних условиях. Для этих целей целесообразно использовать строительные смеси с противоморозными добавками, применение которых представляют собой наиболее удобный способ ведения строительных работ в зимних условиях.

При замерзании жидкой фазы клеевых растворных смесей их твердение останавливается и возобновляется только после оттаивания. При температурах минус 10 °С и ниже гидратация цемента практически прекращается, останавливается процесс тепловыделения, отсутствует заметный набор прочности. Замерзание химически не связанной воды затворения в растворе приводит к резкому увеличению пористости цементного камня, а при высоких расходах воды — к разрушению клеевого состава. Данные обстоятельства сильно затрудняют проведение работ по устройству тепловой изоляции зданий в условиях пониженных температур.

Вода в строительном растворе должна находиться в жидкой фазе в течение определенного времени, необходимого для твердения вяжущего при отрицательной температуре. В связи с этим, возможность применения строительных растворов в зимний период обуславливается в основном снижением точки замерзания воды. Твердение строительных растворов при пониженной температуре происходит медленно, так как замедляется процесс гидратации цемента. Уже при температуре минус 3°С вода в растворах замерзает, и процессы гидратации вяжущего и твердение растворов практически прекращаются. При оттаивании, при условии сохранения жидкой фазы, эти процессы возобновляются, и строительные растворы продолжают увеличивать свою прочность.

Для обеспечения требуемого набора прочности строительного раствора в зимнее время необходимо создавать такие условия, при которых будут активно протекать процессы твердения вяжущего, то есть необходимо обеспечивать наличие жидкой фазы. Для этого используют физические и химические приемы: физические сводятся к сохранению положительных температур за счет прогрева раствора

теплым воздухом, электротоком; химические основаны на снижении температуры замерзания воды при растворении в ней веществ разной химической природы, относящихся к противоморозным добавкам.

Наиболее целесообразно в строительные растворы вводить противоморозные добавки — вещества, понижающие температуру замерзания воды и способствующие твердению раствора при отрицательных температурах [1].

Суть работы противоморозных добавок заключается в ускорении схватывания цемента и формировании нужной структуры цементного камня до момента полного замерзания.

Свойства цементного камня, затвердевшего в присутствии противоморозных добавок, безусловно, отличаются от свойств цементного камня, затвердевшего в их отсутствии. Тем не менее, физико-механические показатели клеевого полимерминерального состава, затвердевшего в присутствии противоморозной добавки, вполне приемлемы для изготовления фасадного утепления зданий.

Противоморозные добавки позволяют перерабатывать бетонную смесь при отрицательных температурах, повышают однородность и удобоукладываемость, снижают водопотребность и расслаиваемость, повышают раннюю и конечную прочность, снижают усадку, ползучесть и трещинообразование.

Противоморозные добавки можно разделить на три основные группы [2]:

1. Добавки, понижающие температуру замерзания жидкой фазы цементного раствора: нитрит натрия и хлорид натрия (сильные электролиты); водные растворы аммиака (слабые электролиты); вещества органического происхождения, например, многоатомные спирты (неэлектролиты).
2. Добавки, обладающие слабыми антифризными свойствами, но являющиеся сильными ускорителями твердения. К этой группе можно отнести добавки типа сульфатов железа и алюминия и т. д. Данные добавки не могут обеспечить необходимое понижение температуры замерзания поровой жидкости и, следовательно, не могут быть пригодными для использования при низких отрицательных температурах.
3. Добавки, совмещающие способность к сильному ускорению процессов схватывания и твердения цементов с хорошими антифризными свойствами — поташ, хлорид кальция и смеси хлорида кальция с хлоридом натрия, нитритом натрия, нитрит-нитратом кальция и мочевиной и т. д.

Таким образом, введение противоморозных добавок является технологически наиболее простым, удобным и экономически выгодным способом зимнего ведения строительных работ.

УСТРОЙСТВО СИСТЕМ НАРУЖНОГО УТЕПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Для обеспечения работоспособности в зимних условиях при отрицательной температуре клеевые полимерминеральные составы для наружного утепления зданий должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать хорошей удобоукладываемостью;
- иметь высокую водоудерживающую способность;
- не иметь усадочных деформаций при твердении;
- характеризоваться пониженным содержанием в составе легкорастворимых солей, являющихся причиной появления на фасадах зданий и сооружений высолов и выцветов (сульфатов и хлоридов щелочных металлов);
- иметь определённое время для корректирования;
- обладать достаточной жизнеспособностью (продолжительностью срока годности растворной смеси к применению).

В связи с этим разработка и производство строительных клеевых смесей для теплоизоляции зданий и сооружений с противоморозными добавками является весьма ответственной и достаточно сложной задачей.

Клеевые составы для проведения работ по наружной теплоизоляции зданий в зимних условиях включают портландцемент, кварцевый песок, редиспергированный полимерный порошок, эфир целлюлозы и противоморозную добавку, в состав которой входят также пластификатор, ускорители твердения, коалесцент, и должны отвечать требованиям СТБ 1621-2006 «Составы клеевые полимерминеральные. Технические условия».

В данной работе для подбора оптимальных составов клеевых строительных смесей с противоморозными добавками применялись материалы, представленные в таблице 1.

Характеристика исходных материалов

Наименование исходных материалов, НТД	Наименование показателя	Значение показателя
Портландцемент М500 Д 20 ГОСТ 10178-85	Насыпная плотность, кг/м ³ Нормальная густота, % Начало схватывания, мин. Конец схватывания, мин.	1300 26,25 265 325
Кварцевый песок ГОСТ 2138-91	Насыпная плотность, кг/м ³ Гранулометрический состав, %	1510-1540 0,315мм – 12,0 0,14мм – 62,0 <0,14мм – 26,0
Противоморозные до- бавки: Стахефрост ЭКСТРА; Стахефрост Ж35; Стахемент НК Стахемент ФН-1	Расчетная температура приме- нения строительной смеси, °С	От 0 до минус 20°С От 0 до минус 15°С От 0 до минус 15°С От 0 до минус 15°С
Дисперсионный по- лимерный порошок Vinnapas 8031 Н	Насыпная плотность, кг/м ³	500
Метилцеллюлоза Walocel МКХ 15000 РР 01	Насыпная плотность, кг/м ³	350

Известно, что цементный раствор имеет следующие недостатки: замедленное твердение, низкая прочность при растяжении, большая усадка и стекание с вертикальной поверхности, недостаточная водоудерживающая способность. Следует отметить, что раствор с недостаточной водоудерживающей способностью будет очень быстро терять воду и становиться жестким. Для регулирования вышеуказанных свойств используют редисперсионные полимерные порошки и метилцеллюлозу.

В модифицированных полимером структурах частицы наполнителя связываются между собой за счет образования монолитной цементно-полимерной матрицы, вследствие чего клеевые составы обладают улучшенными свойствами по сравнению с обычными цементными растворами.

Так, при оптимальном содержании полимерной добавки наблюдается снижение водопотребности цементно-песчаной смеси ориентировочно на 18 % по сравнению с контрольной смесью. При введении полимерной добавки около 2,0 % от массы цемента наблюдается значительное снижение открытой капиллярной пористости ориентировочно до 14 %, и значение морозостойкости достигает 180 циклов.

В настоящее время в республике представлен целый ряд отечественных и зарубежных жидких и порошкообразных противоморозных добавок для строительных растворов, сочетающих в себе одновременно противоморозный, ускоряющий твердение и пластифицирующий эффекты.

При проведении данной работы исследовались клеевые составы с противоморозными добавками совместного белорусско-чешского предприятия «Стахема-М», которое является одним из ведущих производителей химических добавок для бетонов и строительных растворов в Республике Беларусь.

СООО «Стахема-М» производит ряд комплексных добавок, содержащих в своем составе эффективный пластификатор, ускоритель твердения и противоморозный компонент.

Противоморозные добавки данного предприятия прошли сертификацию и разрешены к применению на территории Республики Беларусь.

Для подбора оптимального количества противоморозных добавок и разработки составов для наклеивания теплоизоляционных материалов и армирующей сетки для проведения работ при отрицательной температуре воздуха были проведены исследования со следующими противоморозными добавками: «Стахефрост ЭКСТРА», «Стахефрост Ж35», «Стахемент НК», «Стахемент ФН-1».

«Стахефрост ЭКСТРА» — комплексная противоморозная добавка с существенным пластифицирующим эффектом. Добавка выпускается в жидком виде в соответствии с ТУ BY 800013176.006-2013.

Вышеуказанная противоморозная добавка позволяет проводить наружное утепление зданий при отрицательных температурах окружающей среды, улучшить перекачиваемость строительной смеси, снизить водоцементное отношение при неизменной подвижности клеевой смеси и, следовательно, повысить физико-механические свойства готового раствора.

Дозировку противоморозной добавки «Стахефрост ЭКСТРА» подбирали, исходя из расчетной температуры применения клеевого раствора (табл. 2).

Таблица 2

Дозировка противоморозной добавки «Стахефрост ЭКСТРА»

Расход добавки в жидком виде от массы цемента, %	Расчетная температура применения строительной смеси, °С
0,5 – 1,0	От 0 до минус 5
1,0 – 1,5	От минус 5 до минус 10
1,5 – 2,0	От минус 10 до минус 20

«Стахефрост Ж 35» (ТУ ВУ 800013176.542-2007) – комплексная противоморозная добавка с пластифицирующим эффектом. Применяется для приготовления цементных растворов в интервалах температур от 0 °С до среднесуточной температуры наружного воздуха минус 15 °С.

Данная противоморозная добавка позволяет проводить строительные работы при отрицательных температурах окружающей среды и повысить подвижность бетонных и растворных смесей без потери прочности.

Добавка «Стахефрост Ж 35» вводится в растворную смесь в виде водного раствора одновременно с водой затворения.

При подборе состава строительного раствора с вышеуказанной добавкой необходимо учитывать ее водоредуцирующее действие и, соответственно, уменьшить количество воды затворения.

В таблице 3 представлен расход противоморозной добавки «Стахефрост Ж 35» в зависимости от температуры применения.

Таблица 3

Дозировка противоморозной добавки «Стахефрост Ж 35»

Расход добавки от массы цемента (в пересчете на сухое вещество), %	Расчетная температура применения строительной смеси, °С	Снижение В/Ц, %
1,0 – 2,0	От 0 до минус 5	5,0
2,0 – 3,0	От минус 5 до минус 10	10,0
3,0 – 4,0	От минус 10 до минус 15	20,0

Противоморозная добавка «Стахемент НК» выпускается в сухом и в жидком виде (40 % концентрации) в соответствии с ТУ ВУ 800013176.005-2012. Данная добавка включена в каталог химических добавок Минстройархитектуры Республики Беларусь и соответствует требованиям безопасности, установленным в ТР 2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность».

Противоморозная добавка «Стахемент НК» вводится в бетонную и растворную смесь для предотвращения замерзания, является ускорителем

телем твердения, а также добавкой, повышающей защитные свойства бетона и раствора по отношению к стальной арматуре.

В качестве противоморозной добавки к строительному раствору добавка «Стахемент НК» вводится в строительную смесь в зависимости от массы цемента и расчетной температуры твердения (таблица 4).

Таблица 4

Дозировка противоморозной добавки «Стахемент НК»

Расход сухой добавки от массы цемента, %	Расход жидкой добавки (30% концентрация) на 100 кг цемента, л	Расчетная температура применения строительной смеси, °С
0,5 – 1,0	1,4 – 2,0	От 0 до минус 5
1,0 – 2,0	2,8 – 5,6	От минус 5 до минус 10
3,0 – 4,0	8,5 – 11,1	От минус 10 до минус 15

Добавка «Стахемент ФН-1» – противоморозная добавка для бетонов и растворов выпускается по ТУ ВУ 800013176-003-2011.

Противоморозная добавка включена в каталог химических добавок Минстройархитектуры Республики Беларусь, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, и соответствует требованиям безопасности, установленным в ТР 2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность».

Данная противоморозная добавка выпускается в сухом и жидком виде.

В качестве противоморозной добавки «Стахемент ФН-1» вводится в растворную смесь в количестве от 1% до 5% в зависимости от расчетной температуры применения раствора.

Дозировка противоморозной добавки «Стахемент ФН-1» представлена в таблице 5

Таблица 5

Дозировка противоморозной добавки «Стахемент ФН-1»

Дозировка добавки в сухом состоянии от массы цемента, %	Расчетная температура применения строительной смеси, °С
1,0 – 2,0	От 0 до минус 5
3,0 – 4,0	От минус 5,0 до минус 10
4,0 – 5,0	От минус 10 до минус 15

Твердение клеевых составов с противоморозными добавками при отрицательных температурах состоит из следующих этапов [3].

Предварительно сухая смесь выдерживается при положительных температурах и затворяется теплой водой. При затворении сухой смеси

частицы цемента и наполнителя смачиваются водой и затем образуют первичную грубую дисперсию. При смачивании цемента водой происходит тепловыделение (теплота сорбции). Начинается процесс растворения противоморозных добавок и редиспергация полимерного порошка в воде затворения.

Перемешивание клеевой смеси осуществляется через 10 минут после затворения. При этом заканчивается растворение противоморозных добавок и завершается диспергация полимерного порошка, то есть образуется полимерная дисперсия, состоящая из дисперсионной среды в виде раствора электролитов и редиспергированных полимерных частиц. Оформляется структура полимерных частиц, включающая их поверхностную стабилизацию и образование гидратной оболочки. На данном этапе важной характеристикой полимерной дисперсии является ее коагуляционная устойчивость к сильным электролитам — противоморозным добавкам. Образовавшаяся полимерная дисперсия находится в межчастичном пространстве интенсивно гидратирующегося цемента.

Затем происходит выдерживание растворной смеси до использования. В этот период ускоряется гидратация цемента, и из цементного геля и полимерной дисперсии формируется начальная легкоподвижная коагуляционная структура. Формирующиеся на поверхности цементных минералов гидратные фазы образуют гелевые структуры, характеризующиеся присутствием сорбированной (гелевой) воды. Степень гидратации цемента на этой стадии не превышает 2 %. Чем дольше этот этап, тем больше в системе образуется незамерзающей впоследствии воды.

Клеевая смесь вновь перемешивается и наносится на конструкцию, имеющую отрицательную температуру. Минимальная температура растворной смеси в момент ее нанесения должна быть на 20 — 30°C выше проектируемой температуры эксплуатации. При этом рабочая поверхность должна быть сухой и без льда. При нанесении состава на подложку должны сохраняться технологические характеристики растворной смеси. Обезвоживание растворной смеси за счет гидратации цемента и частичного отсоса воды подложкой создают начальные условия для слияния полимерных частиц и образования фрагментов полимерной пленки.

Из-за небольшой толщины слоя покрытие довольно быстро остывает до проектной температуры. При этом процессы гидратации и структурообразования замедляются. Тем не менее, через определенное время клеевая смесь схватывается, но не замерзает и начинает медленно твердеть.

При отрицательных температурах в присутствии жидкой фазы, наряду с гидратацией цемента за счет дальнейшего обезвоживания системы, продолжается слияние полимерных частиц и пленкообра-

зование. В результате этих процессов формируется композиционная цементно-полимерная структура. Раствор должен достичь некоторой критической прочности, только после этого возможно его замораживание при температурах ниже проектной.

Критерий эффективности действия противоморозной добавки определяли по набору прочности сцепления с основанием клеевого раствора, твердеющего при отрицательной температуре.

Для проведения испытаний готовили образцы из полимерминеральной клеевой смеси с противоморозными добавками (основные образцы) и без добавок (контрольные образцы).

Контрольные образцы раствора выдерживали в течение 28 суток при температуре $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(65 \pm 5)\%$.

Основные образцы сразу после изготовления помещали в камеру с отрицательной температурой, равной расчетной температуре применения минус 10°C , изолировали их полиэтиленовой пленкой от окружающей среды и хранили в камере в течение 28 суток. Затем образцы оттаивали на воздухе в течение 2 – 3 часов при температуре $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(65 \pm 5)\%$.

Контрольные образцы и часть основных образцов испытывали на прочность сцепления с основанием.

Вторую часть основных образцов выдерживали в течение 28 суток при температуре $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(65 \pm 5)\%$, а затем испытывали на прочность сцепления с основанием.

Изменение прочности сцепления с основанием $\Delta R_{\text{сц}}$ после твердения при отрицательной температуре вычисляли по формуле:

$$\Delta R_{\text{сц}} = (R_{\text{сц}_1} / R_{\text{сц}_2}) \times 100, \%, \quad (1)$$

где $R_{\text{сц}_1}$ – прочность сцепления с основанием основных образцов с противоморозной добавкой после нахождения в морозильной камере при температуре, равной расчетной температуре применения (минус 10°C) в течение 28 суток и оттаивания на воздухе, МПа;

$R_{\text{сц}_2}$ – прочность сцепления с основанием контрольных образцов клеевых составов после твердения в воздушно-сухих условиях, МПа.

В настоящей работе было принято, что изменение прочности сцепления с основанием образцов клеевого состава после твердения при температуре минус 10°C должно составлять не менее 20 % от прочности сцепления с основанием контрольных образцов.

Противоморозные добавки должны ускорять процесс твердения при отрицательной температуре и обеспечивать получение клеевым составом, через 28 суток твердения при положительной температуре, достаточной прочности сцепления с основанием.

В таблице 6 представлены результаты испытаний клеевых составов с противоморозными добавками СООО «Стахема-М».

Таблица 6

Физико-механические показатели клеевых составов с противоморозными добавками

№, № п/п	Наименование показателя	Значение показателя			
		«Стахефрост Экстра»	«Стахефрост Ж35»	«Стахемент НК»	«Стахемент ФН-1»
1	Дозировка противоморозной добавки, %	1,5	3,0	2,0	4,0
2	Минимальная температура воз- духа при нанесении растворной смеси, °С	минус 10	минус 10	минус 10	минус 10
3	Прочность сцепления клеевого состава с основанием, МПа: – бетон; – ППС* – МВП**	1,22 Превышает предел прочности ППС при растяжении. Превышает предел прочности на отрыв МВП.	0,99 Превышает предел прочности ППС при растяжении. Превышает предел прочности на отрыв МВП.	0,92 Превышает предел прочности ППС при растяжении. Превышает предел прочности на отрыв МВП.	1,17 Превышает предел прочности ППС при растяжении. Превышает предел прочности на отрыв МВП.
4	Прочность сцепления клеевого состава с основанием после вы- держки в течение 28 суток при температуре минус 10° С	0,21	0,26	0,22	0,47
5	Изменение прочности сцепления с основанием образцов клеевого состава ($\Delta R_{сц}$), %	17,2	26,3	23,9	40,2

6	Прочность сцепления клеевого состава с основанием после выдержки в течение 28 суток при температуре минус 10°C и 28 суток в воздушно-сухих условиях	0,64	0,85	0,81	1,06
7	Прочность сцепления клеевого состава с ППС и МВП после выдержки в течение 28 суток при температуре минус 10°C, МПа	Отрыв от ППС Отрыв от МВП	Отрыв от ППС Отрыв от МВП	Отрыв от ППС Отрыв от МВП	Отрыв от ППС Отрыв от МВП
8	Прочность сцепления клеевого состава с ППС и МВП после выдержки в течение 28 суток при температуре минус 10°C и 28 суток в воздушно-сухих условиях	Не менее предела прочности ППС при растяжении. Не менее предела прочности на отрыв МВП.	Не менее предела прочности ППС при растяжении. Не менее предела прочности на отрыв МВП.	Не менее предела прочности ППС при растяжении. Не менее предела прочности на отрыв МВП.	Не менее предела прочности ППС при растяжении. Не менее предела прочности на отрыв МВП.

* — пенополистирол (ППС); ** — минераловатная плита (МВП)

Как видно из таблицы, изменение прочности сцепления с основанием образцов клеевого состава после твердения при температуре минус 10 °С с использованием добавки «Стахефрост ЭКСТРА» в количестве 1,0% составляет лишь 17,2 % от прочности сцепления с основанием контрольных образцов, что не соответствует требованиям (не менее 20 %).

На основании проделанной работы были подобраны и определены оптимальные количества противоморозных добавок для наклеивания теплоизоляционных материалов и армирующей сетки в зимних условиях: «Стахефрост ЭКСТРА» – 1,5 %; «Стахефрост Ж35» – 2,0 %; «Стахемент НК» – 1,0 %; «Стахемент ФН-1» – 2,0 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении настоящей работы проводились исследования составов для наклеивания теплоизоляционных материалов и армирующей сетки с противоморозными добавками «Стахефрост ЭКСТРА», «Стахефрост Ж35», «Стахемент НК», «Стахемент ФН-1». В результате выполнения данной работы определены оптимальные количества вышеуказанных противоморозных добавок, которые рекомендуются для составов при расчетной температуре твердения до минус 10 °С.

Установлено, что введение противоморозных добавок в клеевые составы является наиболее экономически выгодным способом ведения строительных работ в зимних условиях, позволяющим выполнять работы по утеплению зданий при отрицательной температуре. Использование противоморозных добавок позволит в зимний период времени при отрицательных температурах проводить качественные строительные работы.

С целью определения критерия эффективности использования противоморозных добавок разработана методика определения расчетной температуры применения клеевых составов для наклеивания в системах тепловой изоляции зданий, которая будет введена в СТБ 1621-2006 «Составы клеевые полимерминеральные. Технические условия».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ратинов, В.Б. Добавки в бетон / В.Б. Ратинов, Т.И. Розенберг. – М.: Стройиздат, 1989. – 188 с.
2. Рамачандран, В.С. Добавки в бетон / В.С. Рамачандран, Р. Ф. Фельдман и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 286 с.

3. Корнеев, В. И. О гидратации и твердении сухих строительных смесей при отрицательных температурах / В.И. Корнеев // Строительный рынок. – 2005. – № 21. – С. 25 – 29.

REFERENCES

1. Ratinov V.B., Rosenberg T.I. *Dobavki v beton* [Concrete additives]. Moscow : Stroyizdat, 1989. 188 p. (rus)
2. Ramachadran V. S., Feldman R. F. i dr. *Dobavki v beton* [Concrete additives]. Moscow: Stroyizdat, 1988. 286 p. (rus)
3. Korneev V. I. *Construction market*. 2005. No 21. pp. 25-29. (rus)

Статья поступила в редколлегию 05.11.2015