

Инновационные противоморозные модификаторы для решения современных вопросов зимнего бетонирования

А.Н. ШАТОВ, начальник отдела по технической поддержке ООО «Полипласт-УралСиб»

В статье уделяется особое внимание зимнему бетонированию, поскольку оно в строительстве играет особую роль, требующую, как правило, значительных приемов для того, чтобы темпы возведения монолитных конструкций не осложнялись условиями, создаваемыми погодой в самые холодные периоды года. Одним из таких приемов, безусловно, является применение при производстве бетонов и строительных растворов противоморозных добавок.

Специалисты компании «Полипласт» уже в течение нескольких лет учитывают тенденции развития и основные возможности строительной отрасли, пополняя рынок строительной химии актуальными продуктами.

Как оказалось, имея в товарной линейке 1-2 модификатора противоморозного действия, невозможно учесть абсолютно все потребительские предпочтения в требованиях к бетону и строительному раствору. С другой стороны, специфика каждого отдельно взятого производителя индивидуальна, и учитывать его производителю добавок, а значит, предлагать и наиболее эффективный продукт, необходимо постоянно.

В этой связи нелишним будет сказать и об экономической составляющей производства. Не секрет, что рыночная стоимость «зимнего» бетона превосходит цены в лет-

ний период, что, в свою очередь, является следствием высоких норм расхода цемента и, конечно, применения противоморозных добавок, количество которых в зависимости от температуры окружающего воздуха может достигать 10-15% от массы вяжущего. Но и первая, и вторая причины могут быть если не полностью, то в значительной степени устранены при правильном выборе противоморозной добавки.

Учитывая огромный опыт, полученный в непрерывном диалоге с потребителями, компания «Полипласт» расширяет продуктовую линейку противоморозных добавок серии «Криопласт», ориентируя их на современное производство цементных бетонов и строительных растворов. В зависимости от набора свойств, которые способен обеспечить модификатор, определяется его принадлежность к условной экономической категории: эконом, бизнес или премиум. Так, выбор добавки оказывается проще после того, как будет произведена оценка возможностей производства и реальных потребностей застройщика.

Стоит сказать, что выбор добавки по принципу «дешевле значит хуже» в данном случае не является верным, поскольку более высокая стоимость модификатора в отдельных случаях компенсирует технологические недостатки производства и эксплуатации бетона, препятствующие высокому темпу

твердения. С другой стороны, представим ситуацию, когда процесс производства железобетонных конструкций из монолитного бетона обеспечен таким образом, что контакт бетона с низкими температурами воздуха на всех стадиях изготовления практически отсутствует за счет теплоты смеси, непродолжительной транспортировки и применения различных способов термической обработки. В данном случае отсутствует необходимость в продукте, который в строгом соответствии с ГОСТ 24211 обеспечит в 28 суток «холодного» твердения 30%-ю прочность на сжатие, появляются несколько иные требования к бетону, а значит, и к модифицирующей его добавке (табл. 1).

Рассматривая продукт эконом-класса «Криопласт Экстра», подробнее остановимся на термине «температура применения добавки». С точки зрения бетоноведения это понятие подразумевает среднюю прогнозируемую температуру на период набора бетоном критической прочности, когда последующее похолодание не причинит конструкции какого-либо вреда и не приостановит гидратацию минералов цемента. Несомненно, речь идет о длительных 28 сутках. При этом, применяя тепловую обработку либо термосное выдерживание бетона, под указанным выше термином мы можем понимать только лишь ту температуру, которая приходится на момент производства бетон-

Таблица 1. Классификация новых бесхлоридных разработок противоморозного действия

Наименование разработки	Экономическая категория	Температура применения	Дозировки, % товарного раствора	Основной эффект разработки
Криопласт Экстра	эконом	до -25°C	1-2%	- противоморозная добавка для «теплых» бетонов; - высокая технологичность при низких дозировках; - адаптирована к большинству применяемых цементов
Криопласт СП15-2	стандарт	до -15°C	1-2,5% (в пересчете на сухой продукт)	- противоморозная добавка для «теплых» и «холодных» бетонов; - при расчетной температуре твердения бетона -15°C; - интенсифицирует гидратацию цемента «грубого» помола и нивелирует негативные последствия, связанные с повышенным содержанием алюминатной фазы в составе вяжущего
Криопласт П25-1 тип 2		до -30°C	3-8%	- противоморозная добавка для «теплых» и «холодных» бетонов; - при расчетной температуре твердения бетона -30°C сопоставима с экономической стороны с продуктами, эффективными до -15°C; - равномерный пластифицирующий эффект во всем диапазоне применения
NORD	премиум	до -25°C	0,7-3,8%	- противоморозная добавка для «теплых» и «холодных» бетонов; - совместима с любыми пластифицирующими натриевого типа и воздухововлекающими добавками при неизменном количестве последних вне зависимости от температуры окружающего воздуха; - способствует сильному ускорению твердения при использовании тепловой обработки бетона

Таблица 2. Эффективность действия «Криопласт Экстра» в качестве противоморозной добавки для «теплых» бетонов в соответствии с ГОСТ 24211-08

Состав бетона			Добавка		Свойства бетонной смеси			Прочность бетона на сжатие, МПа в возрасте, сут.		
Цемент	Щебень	Песок	Наименование	Дозировка, % по товарному веществу от массы цемента	В/Ц	О.К., см	γ, кг/м ³	28 норм. условия	4 ч при -25°С+ 28 н.у.	% от прочности КС
350	1030	840	-	-	0,58	14	2408	27,2	-	100,0
350	1030	840	Криопласт Экстра	2,0	0,41	15	2436	-	39,6	145,6

Вывод: изменение прочности основного состава по сравнению с контрольным (R, %) при норме в 95% составляет

$$\Delta R = (R_{28}^{ОСН} / R_{28}^{КОНТР}) \cdot 100\% = 145,6\% .$$

Добавка «Криопласт Экстра» согласно ГОСТ 24211 классифицируется как противоморозная.

Примечание: при испытаниях задействованы материалы, требуемые ГОСТ 24211 для испытания добавок для бетонов и строительных растворов: портландцемент ЦЕМ I 42,5Н с содержанием С₃А, равным 5,42%, щелочей – 0,6%; щебень гранитный фр. 5-20 мм по ГОСТ 8267 и ГОСТ 26633; песок природный с Мк, равным 2,5, по ГОСТ 8736 и ГОСТ 26633; вода по ГОСТ 23732.

Таблица 3. Эффективность действия добавки с учетом реальных условий зимнего бетонирования в Омской области

Расход цемента, кг/м ³	Добавка		Свойства бетонной смеси			Прочность бетона на сжатие, МПа, при условии хранения					
	Наименование	Дозировка, %	О.К., см	В/Ц	γ, кг/м ³	2 сут. электропрогрев + мороз -20°С					
						2 сут.	% от проектной R _{сж} (В25)	7 сут.	% от проектной R _{сж} (В25)	28 сут.	% от проектной R _{сж} (В25)
480	КРИОПЛАСТ П25-1 ТИП 2	6,0	10	0,24	2400	38,1	109%	39,6	113%	54,2	155%

Примечание: при испытаниях задействованы следующие материалы для производства бетона: портландцемент ПЦ 500-Д0; щебень фр. 5-20; песок природный с Мк, равным 2,2.

ной смеси до подвода тепла к конструкции. В данном случае температура окружающего воздуха после снятия опалубки не представляет существенного интереса, так как критическая прочность к этому моменту уже достигнута. Во избежание противоречий при назначении противоморозной добавки с 1 января 2011 года в нормативный документ, классифицирующий добавки для бетонов и строительных растворов в РФ, внесены изменения, согласно которым бетоны подразделены на «теплые», подвергаемые средствам тепловой обработки, и «холодные», твердеющие при отрицательной температуре окружающего воздуха. Такое разделение определенно внесло конкретику при обозначении областей применения химических добавок, позволив расширить само понятие модификаторов данного вида на нормативном уровне.

Принципиальная новизна добавки «Криопласт Экстра» выражена в сравни-

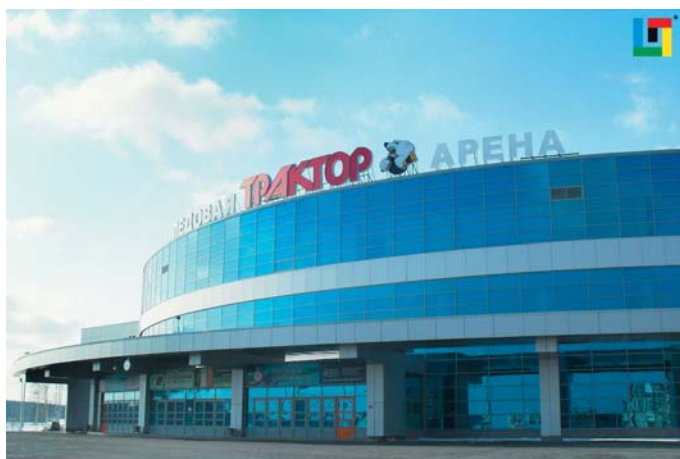
тельно низких дозировках, рассчитываемых в натуральной величине, обеспечении транспортировки бетонной смеси в условиях отрицательных температур до -25°С и значительной интенсификации темпов набора ранней прочности при тепловой обработке (табл. 2).

При этом масштабные испытания добавки, проведенные в течение текущего года, подтверждают обеспечение противоморозных свойств при возникновении вынужденных простоев при транспортировании бетонной смеси либо нарушений режима тепловой обработки общим временем до 24 часов.

Безусловно, определяющим эффективностью противоморозной добавки фактором является В/Ц соотношение смеси как с точки зрения интенсивности гидратации цемента, так и сохраняемости смеси во времени, поэтому состав «Криопласт Экстра» представлен суперпластифицирующей ос-

новой и полиспиртами, вступающими в химическое взаимодействие с содержащимся в портландцементе СаО с образованием соединений, дополнительно упрочняющих структуру бетона. Небольшой разбег в рекомендуемых дозировках добавки (1-2%) вызван стремлением снижения зависимости эффективности модификатора от минералогического и химического состава цемента. Иными словами, основой данной разработки является совместимость с вяжущими материалами, свойства которых способны колебаться в широких пределах, не изменяя существенно В/Ц смеси, в зависимости от дозировки добавки и температуры окружающей среды.

Как известно, повышение доли цемента в 1 м³ бетона в общем случае способствует сокращению сроков схватывания цементного теста при условии снижения В/Ц соотношения для получения равноподвижных смесей, а водоредуцирование является тому



одним из способствующих факторов. Поэтому сбалансированное соотношение ускоряющего и пластифицирующего действий противоморозной добавки «Криопласт Экстра» позволяет транспортировать смесь в течение длительного времени, не прибегая к специальным мерам по восстановлению первоначальной подвижности. Иными словами, при своей универсальной природе в отношении качества и количества вяжущего материала новая добавка представляет собой экономичный продукт, обеспечивающий бетон при изготовлении, транспортировке и последующем твердении значительным набором противоморозных свойств.

Опыт разработки и внедрения зимних добавок последних лет показывает значительный перевес в пользу так называемых антифризов, то есть веществ, понижающих температуру замерзания жидкой фазы бетона, которые не являются сильными ускорителями структурообразования цементного камня и замедлителями процесса схватывания, ввиду того что эти процессы в большинстве своем губительно сказываются на транспортабельности смеси, с одной стороны, и кинетике набора прочности в раннем возрасте – с другой. Такой принцип заложен в основу механизма действия противоморозной добавки «Криопласт П25-1 тип 2». Рассматривая этот новый продукт, необходимо заметить преемственное сохранение важных свойств добавки с точки зрения эксплуатации и технологичности изготовления бетона, которое достигается отсутствием хлоридных составляющих, опасных в коррозионном отношении, и наличием пластифицирующей основы, обеспечивающей доказанную многолетнюю практи-

кой высокую функциональность нового продукта (табл. 3). Стоит отметить, что расчет расхода добавки теперь не привязан к концентрации его водного раствора и производится по товарному 100%-ному раствору. На физико-химическом уровне преимущества модификатора заключаются в адаптации к «проблемным» цементам и оптимизации его состава с учетом синергетического эффекта. Аналогичным образом влияет на бетон и суперпластификатор противоморозного действия «Криопласт СП15-2», применяемый в диапазоне температур до -15°C. Так, обе добавки значительно интенсифицируют гидратацию цемента «грубого» помола и нивелируют негативные последствия, связанные с повышенным содержанием алюминатной фазы в составе вяжущего. Таким образом, за счет оптимального сочетания противоморозных, ускоряющих твердение и пластифицирующих компонентов модификаторы «Криопласт П25-1 тип 2» и «Криопласт СП15-2» способны повысить выносливость, снизить вероятность быстрого схватывания и способствовать полному протеканию процессов гидратации при температурах окружающей среды до -30°C и -15°C, соответственно.

Рассматривая экономический аспект применения противоморозных добавок в сопоставлении с представленными на рынке РФ и стран СНГ продуктами для зимнего бетонирования, необходимо отметить, что оба продукта находятся в средней ценовой категории и не имеют известных аналогов в соотношении «цена-качество» в своем диапазоне регламентируемых температур применения. Немаловажным достоинством

добавок является отсутствие необходимости в значительной корректировке состава бетона в зависимости от расчетной температуры воздуха, чего удалось достигнуть благодаря незначительным колебаниям содержания водоредуцирующего компонента как при минимальном, так и при максимальном расходе каждой из них.

К прошедшему зимнему сезону ассортимент продуктов компании «Полипласт» пополнился еще одной добавкой противоморозного действия, отнесенной к «премиум-классу» из экономических соображений, с подтвержденной эффективностью до -25°C, которая получила название «NORD». Являясь высокофункциональным антифризом, добавка не пластифицирует смесь при любой дозировке рекомендуемого диапазона. Необходимость в модификаторе исключительно противоморозного назначения продиктована следующими потребительскими требованиями:

- сохранение подобранного водоцементного соотношения при разработке норм расхода материалов для производства бетона с применяемыми для «летнего» бетонирования либо придающими специальные свойства добавками. Так, например, оказалось возможным при неизменности соотношения компонентов в бетонной смеси с применением полифункционального модификатора «ПФМ-НЛК» обеспечить бетон противоморозными свойствами, одновременно сохранив высокую морозостойкость, сульфатостойкость и низкую проницаемость бетона в соответствии с конкретным проектом;

- совместимость со многими из известных пластифицирующих добавок натриевого типа;

Таблица 4. Техничко-экономическая эффективность противоморозной добавки «NORD» при получении бетона класса В20 при использовании цемента ПЦ 400-Д20 и песка из отсевов дробления

№ состава	Добавка		Свойства бетонной смеси			Свойства бетона				Удорожание состава за счет введения ПМД*
	Наименование	Дозировка, %	О.К., см	В/Ц	γ смеси, кг/м ³	Прочность 28 сут. н.у.	%	Прочность 28 сут. при -20°C	% от контр.	
1	-	-	20	0,52	2440	25,2	100	-	-	-
2	NORD	2,5	19	0,43	2455	48,5	192	10,5	37	400 руб/м ³
	ПФМ-НЛК	0,6								
3	Нитрит натрия	10,0	20	0,43	2445	32,4	129	8,1	32	2300 руб/м ³
	ПФМ-НЛК	0,6								

* – ориентировочные показатели по территории Свердловской области

Таблица 5. Эффективность действия «Криопласт 20Р» в качестве противоморозной добавки для строительных растворов на предприятии Свердловской области

Состав бетона		Добавка		Свойства бетонной смеси				Прочность бетона на сжатие, МПа в возрасте, сут.		
Цемент	Песок	Наименование	Дозировка, % по товарному веществу от массы цемента	В/Ц	Пк., см	γ , кг/м ³	Водоотделение, %	28 норм. условия	28 при -20°C	% от прочности КС
300	1420	-	-	0,86	14	2090	2,8%	11,2	-	100,0
300	1330	Криопласт 20Р	4,0	0,74	15	1943	1,2%	-	3,9	34,8

Характеристика материалов для производства: цемент – ЦЕМ II/A-Ш 32,5Н ОАО «Невьянский цементник», г. Невьянск Свердловской области; песок из отсевов дробления ФГУП СО «Монетный щебеночный завод»; песок природный Никольского месторождения Мкр = 1,7, г. Камышлов Свердловской области; щебень фр. 5-20 мм ФГУП СО «Монетный щебеночный завод»



- удобство в хранении и дозировании продукта, исключающее замерзание при низких температурах, выпадение в осадок солей добавки. Так же как и описанные выше противоморозные компоненты, количество «NORD» рассчитывается без пересчета на сухое вещество, а на 100%-й товарный раствор;

- противоморозная добавка «NORD» совместима с воздухововлекающими модификаторами, что особенно важно при производстве строительных растворов, где в пластификации смесей особой необходимости нет, а при совместном применении со специализированной воздухововлекающей добавкой «Полипласт Р» обеспечивается компенсация потери по прочности, непременно сопровождающей процесс «облегчения» растворной смеси.

В рассмотрении технико-экономической привлекательности добавки «NORD» целесообразно ее сопоставление с монокомпонентными непластифицирующими продуктами, эффективность которых с точки зрения противоморозных свойств бесспорно высока. Не принимая во внимание вредные для здоровья человека и небезопасные для окружающей среды свойства, интересной для сравнения добавкой может быть нитрит натрия (НН).

Результаты сопоставительных испытаний добавок показывают, что высокие дозировки НН в сочетании с не менее высокой стоимостью достаточно ярко выражают новизну и экономические преимущества современной технологичной добавки «NORD» (табл. 4).

Учитывая продиктованную временем необходимость использования в техноло-

гии зимнего бетонирования смесей различной подвижности, вплоть до литых, и бетонов разных классов по прочности, необходимо отметить, что дозировки добавки «NORD» рассчитаны не только применительно к температурному интервалу от 0 до -25°C, но и к достаточно широкому диапазону В/Ц бетонных смесей от 0,30 до 0,80.

Нельзя не отметить и новый подход к разработке модификаторов для строительных растворов, эксплуатируемых при низких температурах.

Противоморозная добавка для строительных растворов «Криопласт 20Р» в условиях современного множества требований к строительным материалам представляет собой продукт комплексного, широкого спектра действия.

Не секрет, что растворы строительные, благодаря своему гранулометрическому составу, характеризуются относительно высокими значениями В/Ц, а следовательно, имеет смысл сокращение подверженной замерзанию жидкой фазы, т.е. применение водоредуцирующих добавок. Однако пластификация, особенно для штукатурных растворов, может сыграть отрицательную роль при нанесении на рабочие поверхности, поэтому в принципе действия новой разработки заложен совершенно иной механизм: сокращение расхода воды достигается как с помощью незначительного содержания традиционного водоредуцирующего компонента НСФ-типа, так и воздухововлечения, возникающего при смешивании сырьевых материалов строительного раствора.

Эффект синергизма, обеспечивающий пластифицирующие и противоморозные

свойства строительного раствора с добавкой «Криопласт 20Р» выражен в следующих закономерностях: вовлеченный в раствор стабильный воздух способствует понижению плотности смеси, компенсируемому пластифицирующим действием. Одновременно с этим вода затворения, по сути являющаяся слабо концентрированным раствором противоморозных компонентов добавки, отжимаясь в закрытые поры, практически не замерзает при крайне низких температурах твердения, а, как известно, с течением времени при наличии некристаллизованной воды происходит, пусть медленно, гидратация минералов цемента (табл. 5).

Описанный механизм отражает интерес в применении добавки «Криопласт 20Р» в качестве единого комплексного продукта с целью:

- облегчения процесса укладки или оштукатуривания поверхностей;
- обеспечения возможности транспортировки и хранения строительных растворов в условиях низких температур окружающего воздуха в диапазоне от 0 до -20°C;
- обеспечения процессов гидратации вяжущих материалов в условиях мороза;
- сокращения водо- и раствороотделения смесей, способствующих уплотнению, ускоренному схватыванию, быстрому замерзанию, снижению показателей прочности и морозостойкости строительного раствора.

К предстоящему зимнему сезону компанией «Полипласт» предложен спектр современных технологичных продуктов, практически конкурентоспособных и отвечающих многочисленным пожеланиям производителей бетона. Имеющиеся функциональные возможности и развитая научная база, за действованные при разработках, позволяют направленно регулировать только те свойства бетона и строительного раствора, которые необходимы по условиям конкретного производства и эксплуатации строительных конструкций, не прибегая к их существенному удорожанию.



ПОЛИПЛАСТ

ООО «Полипласт-УралСиб»
Россия, 623109, г. Первоуральск,
ул. Заводская, д. 3, а/я 766
Тел.: (3439) 27-35-00, 27-35-01,
27-35-10, 27-35-19, факс: 27-35-03
e-mail: info@ppus.org,
www.polyplast-un.ru