

С. И. Ружинский

ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ

**(из серии «Эффективное строительство.
Секреты мастерства»)**

Харьков 2003

ОТ АВТОРА

Наша фирма вот уже 12 лет занимается производством и продажей стройматериалов в Харькове и области. Расширяя номенклатуру продукции, мы решили уделить внимание и такой достаточно специфической группе, как химические добавки, применяемые в строительстве. Работу начали с изучения имеющейся в открытой печати технической литературы по данной тематике.

За несколько лет в технических библиотеках Украины изучены тысячи книг, журналов, диссертаций, отчетов и т.д. Все самое ценное было откопировано. В итоге сложилась уникальнейшая библиотека, в которой можно найти ответы на большинство вопросов, возникающих как у бетоноведов, специализирующихся по данной тематике, так и у практикующих строителей. Ее особенность: практически вся информация по химическим добавкам в строительстве за последние полвека систематизирована и сконцентрирована в одном месте. Стало возможно не дублировать исследования, а использовать богатейший опыт, накопленный предшественниками.

Параллельно велась работа по изучению спектра интересов потенциальных потребителей относительно применения химических добавок в строительстве. Результаты оказались весьма и весьма удручающими — уровень знаний строителей в этой области оказался крайне низок — близок к нулевому. О каком эффективном применении добавок можно вести речь, если даже зам. директора специализированного НИИ глубоко убежден, что известь обжигается «по мокрому способу»; ведущие специалисты крупнейшей в городе строительной организации, по роду своей службы обязанные разбираться в подобных вопросах, не видят разницы между противоморозными добавками и добавками, повышающими морозостойкость; если начальник лаборатории цементного комбината удивлен самим фактом существования гидрофобных цементов; если неосторожно вылетевшее «У Вас плохая гранулометрия» повергает всю стройплощадку в гомерический хохот, а словесной завесой из звучной научной терминологии скрывают незнание элементарнейших вещей, изучаемых даже в ПТУ?

Большинство фундаментальных и очень ресурсоемких исследований по теории и практике применения основных химических добавок в строительстве были проведены в СССР в 60 — 80-е годы. На то же время приходится и пик публикаций по этой теме. Если судить по материалам открытой печати, с тех пор качественного скачка не произошло. Все новые работы в этом направлении либо уточняют, пересказывают, детализируют (а порой и перевирают) исследования предшественников («И еще раз к вопросу о ...»), либо настолько глубоко «затеоретизированы», что становятся понятны только узкому кругу специалистов-бетоноведов.

В то же время, еще полвека назад, советские специалисты из простой извести и песка умудрялись выпускать строительные конструкции марки М1000 в серийном производстве и М3000 – в опытно-промышленном. Завесу секретности военных разработок сменила коммерческая тайна. Жалкие крохи отечественных механохимии, электрофизики, электрохимии, гидродинамики, направленного органического синтеза прорываются в строительную индустрию, но все больше в форме новых импортных строительных материалов и технологий. (За рубежом химизации бетона уделяется огромное внимание. Суперпластификаторы – уже давно пройденный этап. На повестке дня – пластификаторы класса – «гипер» и многокомпонентные полифункциональные составы на их основе).

Анализ библиотечных фондов харьковских строительных вузов высветил удручающие факты – литература о химических добавках представлена крайне скудно, фрагментарно и бессистемно. Ее подбором никто никогда не занимался. Может быть, в этом – корни того, что в ФРГ для нужд строительной индустрии производится более 120, в Японии – 170 и во Франции – около 300 наименований добавок. В Украине производителей строительных химических добавок можно пересчитать на пальцах одной руки, а номенклатуру выпускаемой ими продукции – на пальцах другой.

Корни этого явления, на наш взгляд, лежат в слабой теоретической подготовке специалистов-строителей в данном вопросе и, соответственно, в малой востребованности химических добавок отечественной строительной индустрией. Решение проблемы видится не в слепом использовании иностранных продуктов, а в первую очередь – в информационном обеспечении проблемы.

С целью популяризации применения химических добавок, а также для изучения типичных вопросов, возникающих у практикующих строителей по этой теме, мы предприняли беспрецедентный шаг – любой желающий мог бесплатно получить полную информацию, доступную в открытой печати, по интересующей его теме как очно, так и по телефону или Интернету. А объем и полнота изложения проблемы ограничивались только запасом свободного времени консультируемого, его способностью и желанием воспринимать информацию.

Через год подобных консультаций обрисовался устойчивый круг вопросов, интересующих строителей. С большой долей вероятности уже стало возможно и предсказать их появление в дальнейшем, по мере работы с той или иной добавкой или технологией. С другой стороны, строители высказывали желание, чтобы информация, полученная на консультации, дублировалась в печатном виде, чтобы можно было в спокойной обстановке ее осмыслить и, если возникнет потребность, – перечитать или уточнить заинтересовавшие моменты.

Фирмы-производители добавок заинтересованы в первую очередь в объемах продаж. Подтверждение заявленной эффективности добавки и, соответственно, стимулирование ее продвижения на рынке наиболее наглядно, убедительно, легко проверяемо и естественно на стадии построечного применения. Поэтому всячески акцентируется внимание на водоредуцирующем, водоудерживающем, противоморозном, ускоряюще/замедляющем эффекте, улучшении перекачиваемости насосами, оптимизации тепловлажностной обработки и т.д.

Гораздо сложнее продавать добавки и модификаторы, уповая на повышение долговечности конструкций и снижение последующих эксплуатационных издержек. Ведь это предполагает некий уровень познаний в этой области как у продавца, так и у потребителя.

Оценка водопроницаемости, капиллярного водоподсоса, коррозионной активности к арматуре, устойчивости к минеральной и биологической коррозии, увеличение морозостойкости и т.д. возможны исключительно в условиях хорошо оснащенной строительной лаборатории. Поэтому доказать практикующему строителю целесообразность применения добавок с целью регулирования именно этих параметров можно только в условиях систематизированного подхода, например, в форме научно-популярного и просветительского издания, учитывающего уровень подготовки предполагаемой аудитории (вернее, ее отсутствие) и содержащего конкретные рекомендации по воплощению в жизнь полученных знаний.

Учитывая все вышесказанное, мы решили издать несколько небольших брошюр, объединенных общей тематикой. Серия получила название «Эффективное строительство. Секреты мастерства». В первую очередь она ориентирована на практикующих строителей, прорабов, мастеров, начальников строительных подразделений и участков. По объему фактического, справочного и оригинального материала, тщательно отобранного из многочисленных изданий, она может быть полезна и студентам строительных вузов, а также лицам, занимающимся самообразованием. Эта брошюра позволит также пополнить знания продавцам стройматериалов в области химических добавок и модификаторов для бетонов и растворов.

Изложенные в этой серии некоторые технологии производства и применения стройматериалов являются научно обоснованными и детально проработанными, ранее массово используемыми, а сейчас неоправданно (а то и преступно) забытыми «ноу-хау» советской строительной науки и индустрии. В нынешних рыночных условиях многие из них по уровню рентабельности станут весьма привлекательными и для предпринимателей, озабоченных проблемой эффективного размещения свободных капиталов.

Каюсь, отдельные фрагменты книги нынешние академические ученые-бетонведы могут охарактеризовать как «...носящие скандальный интерес». Но для их безопасной старости (чтобы никакой случайно обвалившийся кирпич не расшибил «слабой главы») строительством занимались мы – возвращенные в традициях старой, доброй, советской строительной школы. А для обеспечения именно нашей немощи строить будет уже «поколение, выбирающее “Пепси”». А они с наскака вряд ли станут читать занудные монографии. Во всяком случае, пока не поймут, насколько это увлекательно и интересно. Именно эту цель – завлечь, заинтересовать, показать перспективу, сформировать жгучий, пусть скандальный, интерес – и преследует данная серия. Пусть говорят, обсуждают, пересказывают, перевирают, дофантазируют, ругают, извращают и, в конце концов, хоть анекдоты складывают. Уж если Вы это читаете, главного я добился – обратить внимание, разбудить любопытство, побудить «копать» дальше.

Учитывая уровень подготовленности предполагаемой аудитории, отдельные сложные теоретические положения, объясняющие то или иное явление, изложены максимально просто и доступно. В некоторых случаях это становилось возможно только путем значительного упрощения сути проблемы. Более полную и детальную информацию можно почерпнуть из последующих книг серии, а также из обширнейшей библиографии.

В настоящий момент наша библиотека насчитывает несколько сотен изданий – большинство того, что издавалось за последние полвека по тематике химических добавок и их применению в строительстве. Их копии можно заказать и получить по почте в любой момент. Для студентов, аспирантов и научных работников доступ к нашей специализированной библиотеке осуществляется на льготных условиях.

Вопросы, замечания, пожелания, уточнения, рекомендации, информацию о замеченных ошибках, неточностях или новейших сведениях просьба направлять по адресу: г. Харьков-70, ул. Чкалова, 1, МП «Городок», тел/ф. (0572) 35-37-87, E-mail: ryginski@aport.ru – Ружинскому Сергею Ивановичу.

ВВЕДЕНИЕ

14 декабря 2002 года, в торжественной обстановке и с большой помпой, мэр Москвы Юрий Лужков открывал станцию метро «Воробьевы горы». Выступая на церемонии открытия, он определил условия строительства в современных условиях: «Денег нет, а работать нужно.» Этой же фразой, наверное, руководствовались и в конце 50-х, всего за 15 месяцев соорудив уникальный метромост, на первом ярусе которого и разместилась эта станция. Строительство продолжалось и зимой, в лютую стужу. При этом в качестве противоморозной добавки использовалась дешевая техническая поваренная соль в повышенных дозировках. Вызываемая ею коррозия железной арматуры начала разрушать конструкцию. В начале 80-х станцию закрыли на ремонт. Через время та же участь постигла и весь метромост – поезда пустили в обход. Копеечная экономия и непрофессионализм обернулись в итоге 20-летним ремонтом стоимостью \$30 млн.

Между тем с использованием методов зимнего строительства построены Днепродзержинск и Магнитка, КамАЗ и ХТЗ, на вечной мерзлоте возведены Норильск и Воркута, Якутск и Оймякон. Освоение богатств Восточной Сибири, строительство гигантских ГЭС на северных реках, Турксиба и БАМа были бы немыслимы без использования методов зимнего строительства.

Их освоение стало возможно благодаря труду отечественных ученых. Еще в 1910 г. профессором И.А. Кириенко был впервые предложен и научно обоснован способ, по которому бетон предохраняется от замерзания только на период схватывания и твердения до момента набора им некой начальной прочности – «критической». Последующий опыт множества строек и труды научно-исследовательских организаций полностью подтвердили эту теорию. В настоящий момент во всем мире она является главенствующей в методике проведения зимних работ.

Справедливости ради следует отметить и еще одну методику. Согласно ей допускается замораживание раствора или бетона сразу после укладки, до момента окончания процессов схватывания. В этом случае не цементный камень, а именно замерзшая вода придает прочность постройке. Весной по мере таяния льда процессы гидратации цемента возобновляются, и он набирает прочность традиционным образом. По этой методике строили и успешно строят по сей день. А строительные нормы допускают строительство «методом замораживания» (именно так он называется) кирпичных зданий до четырех этажей. Самый главный недостаток этого метода состоит в том, что замерзшая вода нарушает целостность цементного камня, фрагментирует и насыщает его множеством микротрещин и пор. Морозостойкость подобных конструкций крайне мала. Они могут эксплуатироваться только в условиях постоянных отрицательных температур – на Крайнем Севере. В более

теплых климатических условиях, с частыми колебаниями температуры в районе нуля градусов, здания, построенные по этому методу, очень быстро разрушаются.

Западное бетоноведение исповедует совершенно иной подход к проблеме зимнего бетонирования, решая проблему кардинально – зимой не строить (учитывая мягкость их климата, следует признать, что это очень разумное решение). А если это невозможно, в первую очередь находят применение традиционные «дедовские» способы – подогрев заполнителей, разогрев бетона, строительство в тепляках, применение высокомарочных и быстротвердеющих цементов, сохранение тепловыделения твердеющего цемента эффективными теплоизолирующими опалубками и т.д. И только как крайний случай идут в ход противоморозные добавки – в качестве дополнительного, но никак не основного способа борьбы с морозом. Подстраховываясь, они еще при проектировании конструкции умышленно закладывают завышенные требования по марочности и качеству бетона, абсолютно не регламентируемые характером последующего эксплуатационного нагружения. И хоть как это ни обидно для отечественных бетоноведов, часть которых «остепенилась», изобретая именно противоморозные добавки (другие в это время столь же успешно боролись с возникающими при этом побочными эффектами, третьи – доказывали, почему это нельзя делать), подобные решения заслуживают самого пристального внимания. Тем более, что в Финляндии, например, гарантийный срок эксплуатации жилого дома – не менее 125 лет, а у нас – 27.

Несмотря на успехи науки во всем мире и в нашей стране также, практика строительных работ зимой с использованием цемента продолжает оставаться весьма сложной, дорогой и непроизводительной. При малейшей возможности подобные работы необходимо откладывать до весны, а если это невозможно – не уповать на чудодейственную силу химических добавок, а руководствоваться здравым смыслом и простыми рекомендациями. Особенно это касается противоморозных добавок, рекомендуемые концентрации которых – самые большие среди всех применяемых в строительстве и, соответственно, побочные эффекты также самые большие.

Проведение строительных работ зимой налагает определенные требования и на подбор применяемых материалов. Необходимо всячески избегать использования низкомарочных и лежалых цементов, наполнители – песок, щебень, керамзит – стараться подбирать оптимальной гранулометрии, организовывать их подогрев, не допускать смерзшихся кусков и льда.

Работая с противоморозными добавками, следует неукоснительно соблюдать правила техники безопасности – некоторые из них ядовиты, а в сухом состоянии взрыво- и пожароопасны. Необходимо обязательно согласовывать вид применяемых добавок с последующими строительными работами – некоторые из них плохо

взаимодействуют с другими строительными материалами и технологиями. Так, например, поташ в составе штукатурных растворов разрушает изоляцию электропроводки; все соли натрия, и особенно сульфат натрия, образуют обильные высолы на поверхности кладки; хлористый натрий иногда дает мокрые пятна на штукатурке; аммиачная вода длительное время сохраняет неприятный запах во всем здании и т.д.

Еще на этапе проектирования следует согласовывать метод проведения зимних работ с условиями последующей эксплуатации. Поташ недопустим в конструкциях с динамическим нагружением (мосты, дороги, эстакады). Хлористые соли со временем могут ослабить натяжение арматуры в преднапряженном железобетоне, соли кальция – вызывать деструктивные процессы в бетоне, изготовленном на цементах с повышенным содержанием соединений магния. Нитрит-нитрат натрия способствует растрескиванию железобетона, армированного термообработанной арматурой. Бетон на аммиачной воде медленно набирает прочность и не способен к раннему восприятию эксплуатационных нагрузок.

При малейшей возможности необходимо использовать подогрев воды и заполнителей, но при этом помнить, что многие противоморозные добавки при нагревании способны выделять ядовитые газы. Так, хлорированная и аммиачная вода при нагревании свыше $+60^{\circ}\text{C}$ выделяет отравляющие газы, роданид натрия при температуре свыше $+307^{\circ}\text{C}$ – цианистый натрий, являющийся сильнейшим ядом.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Цемент, смешанный с соответствующим количеством воды и заполнителями, вначале превращается в пластичную массу, способную растекаться по поверхности при кладочных работах, или наполнять формы и приобретать определенные очертания при бетонировании. Через некоторое время эта масса начинает твердеть. Этот процесс происходит в две стадии.

На первой, через несколько часов после смешения цемента с водой и заполнителями, получившаяся масса теряет подвижность и становится более или менее хрупкой. При вторичном затворении водой или перемешивании ее пластичность можно восстановить. Но конечная прочность набравшего крепость состава при этом уменьшается, вплоть до полной ее потери.

На второй стадии происходит дальнейшее упрочнение массы. Твердость ее растет, она приобретает текстуру камня и до определенного предела становится водонепроницаемой. Эта стадия длится долго, годами. Все это время цементный камень повышает свою прочность. Но наиболее активный ее набор происходит в первые 28 суток – 4 недели. Прочность на сжатие по прошествии именно этого периода, выраженную в килограммах на квадратный сантиметр, строители всего мира условились обозначать как показатель, характеризующий марку бетона или раствора, например, М4, М10, М100.

Эти две стадии называли схватыванием и твердением соответственно. У некоторых вяжущих материалов, например у штукатурного гипса, такого разделения не наблюдается вообще, а схватывание и твердение протекают сразу, как единый процесс, единомоментно.

Что касается схватывания цемента, то оно характеризуется двумя временными отрезками. Сначала, в течение примерно 1 – 5 часов, бетонная или растворная смесь сохраняет подвижность и удобоукладываемость. В этот отрезок времени ее можно транспортировать на объект и применять в дело. Потом она начинает постепенно загустевать и примерно через 5 – 10 часов полностью теряет свою подвижность. Процесс схватывания завершается. Начинается твердение. И по прошествии первых суток твердения смесь набирает примерно 2 – 3% прочности от конечной, 28-суточной.

Не вдаваясь особенно в тонкости химических превращений, происходящих в процессе схватывания цемента (тем более что бетоноведы всего мира вот уже более 120 лет сами в этом толком разобраться не могут), отметим одно: это химический процесс, начинающийся в присутствии воды.

Скорость и полнота протекания любого химического процесса зависят от температуры. И химические реакции между цементом и водой, вызывающей его схватывание, – не исключение. С понижением температуры ниже +15°C ее скорость очень сильно снижается

ется. При $+5^{\circ}\text{C}$ она измеряется уже не часами, как летом, а сутками, а при 0°C и ниже останавливается вообще.

Мало того, с похолоданием, в интервале от $+10^{\circ}$ до 0°C , начало схватывания также очень сильно отодвигается по времени. Если летом через пару часов шов кирпичной кладки уже способен выдерживать нагрузку последующих слоев, то поздней осенью или зимой раствор скорее замерзнет, чем начнет схватываться.

Поэтому строительные нормы и правила регламентируют момент перехода на зимний вариант ведения строительных работ при достижении среднесуточной температуры $+5^{\circ}\text{C}$ и ниже или минимальной суточной температуры, равной 0°C и ниже.

Учитывая, что продолжительность периодов, когда температура опускается ниже $+5^{\circ}\text{C}$, достаточно длительна, бетоноведы всего мира с самого момента изобретения цемента начали поиски методов производства строительных работ в холодное время года. Особенно активно в этом направлении работают ученые США, Канады, СНГ и скандинавских стран, и понятно, почему.

Было разработано множество методов зимнего строительства для разных погодно-климатических условий и способов ведения работ с учетом особенностей местных материалов, вида используемых химических добавок и т.д.

Но все они в первую очередь основаны на том, чтобы ускорить процессы схватывания и твердения путем грамотного подбора минералогии и тонины помола цемента, дополнительного подогрева или сохранения теплоты гидратации цемента, введением специальных химических веществ, ускоряющих химические реакции, снижением температуры начала льдообразования и недопущением срастания кристаллов льда в единый монолит и т.д.; и лишь во вторую очередь (как желательный, но не обязательный эффект) – не допустить замерзания бетона или раствора в условиях отрицательных температур.

Поэтому целому классу химических добавок в строительстве и дали соответствующее название – «Ускорители схватывания и твердения – противоморозные добавки».

Многие строители превратно понимают сам термин «противоморозные добавки». Механизм их действия, даже исходя из правильного, полного названия, заключается вовсе не в предотвращении замерзания раствора или бетона, нет. Ведь существуют строгие физические законы. Согласно им повышение плотности водных растворов сопровождается увеличением скрытой теплоты льдообразования и, как следствие, снижением их температуры замерзания. Зависимость эта – не линейна. И если для снижения точки замерзания до -5°C достаточно 1 – 2 % любого электролита (обычно это соли металлов), то при -20°C , в зависимости от природы вещества, может не хватить и 30%.

Заслуга ученых заключается именно в том, что они подобрали вещества, которые очень сильно ускоряют гидратацию цементного клинкера и формирование в твердеющем цементном камне структуры внутренних, очень мелких, пор и капилляров и (или) повышают

растворимость минералов, составляющих клинкерную часть цемента, и тем самым также ускоряют его гидратацию.

Чистая вода в порах размером менее 0,1 микрона начинает замерзать при -10°C и только при -40°C полностью превращается в лед. Если же это даже слабый, 1-2%-ный раствор электролита, с еще более пониженной точкой начала льдообразования, то нет на планете таких условий, когда он бы замерз полностью. А если есть вода в жидкой фазе, то и химические процессы могут продолжаться. Вот почему бетон продолжает набирать прочность даже в замороженном состоянии, хоть и гораздо медленнее, чем летом. Важно, чтобы к моменту начала активного льдообразования цемент с противоморозными добавками успел в основном прореагировать с водой. А твердеющий цементный камень уже способен противостоять разрывающему усилию замерзающей воды, которая не поместилась в поры и капилляры. Последними исследованиями ученых установлено, что бетоны с противоморозными добавками по достижении некой начальной прочности (она называется «критической») уже способны безболезненно выдерживать последующее замораживание. Для бетонов марок М200 — М500 на портландцементях с добавкой нитрита натрия критическая прочность составила 16-18 % от марки (R28), с добавкой поташа — 7-10 %, с добавкой хлоридов кальция и натрия — 4-5 %, с добавкой нитрит-нитрат-хлорида кальция — 1-5 %.

Для завершения химических процессов гидратации достаточно 22-30% воды от массы цемента. Точная величина нормируется заводом-изготовителем и зависит от минералогических особенностей сырья, условий производства, марки цемента, тонины помола, наличия пластифицирующих или гидрофобизирующих добавок и др. Отношение количества воды к количеству цемента, пошедших на приготовление раствора или бетона, называется водоцементным отношением и обозначается как В/Ц.

Учитывая, что часть воды потребуется на смачивание наполнителей, а также израсходуется в процессе испарения, для летнего периода оптимальное В/Ц будет равно примерно 0,5. При этом соотношении практически вся вода израсходуется на химические реакции при гидратации цемента и испарится за 28 суток. Вода, введенная свыше этого В/Ц = 0,5, является лишней. Она снижает все показатели цементного камня, и в первую очередь — скорость схватывания, конечную прочность и эксплуатационную долговечность. Если летом это практически незаметно, то при температурах ниже $+15^{\circ}\text{C}$ влияние «лишней» воды становится определяющим, а при $+5^{\circ}\text{C}$ и ниже — решающим в процессе схватывания цемента.

В строительной практике очень сложно соблюсти такое В/Ц. При оптимальном количестве воды растворная смесь или бетон получаются полусухими. Использовать их в дело — нанести на кирпич или заполнить форму — становится практически невозможно. По научному это называется «низкая удобоукладываемость». Чтобы ее повысить, необходимо

каким-то образом разжижить смесь, придать ей большую пластичность. Проще всего это сделать, добавив еще воды. Именно так зачастую и вынуждены поступать строители. При этом В/Ц иногда увеличивается до 0.8 и более.

Что же происходит с химическими процессами схватывания в этом случае? Летом разница между началом и продолжительностью схватывания для растворов с разным В/Ц мало отличаются друг от друга — часом раньше, часом позже. Никто этого особенно и не замечает. Но с похолоданием все кардинальным образом меняется.

С понижением температуры ниже $+5^{\circ}\text{C}$ и при В/Ц = 0.5 начало схватывания происходит уже примерно через 28 часов. Еще около 30 часов понадобится на завершение этого процесса, после которого цемент уже начнет твердеть. Если увеличить В/Ц до 0.8, то эти цифры будут, соответственно, 50 и 70 часов. Иными словами, только через 5 суток цемент начнет твердеть. Цифры ошеломляющие. Для многих они будут откровением. Но все обстоит именно так. Вот почему добавки-ускорители рекомендуется применять уже при температурах ниже $+10^{\circ}\text{C}$.

Мало того, противоморозные добавки весьма желательно использовать и летом. Ведь они не только ускоряют прохождение химических реакций гидратации цемента, но и увеличивают их полноту, или, по-научному, увеличивают растворимость мономинеральных составляющих цементного клинкера.

Если не забивать себе голову гидросиликатами, алюмоферитами и прочими трехкальциевыми алюминатами, то суть очень проста. Цемент размалывается очень тонко, но при взаимодействии его с водой самые крупные зерна все равно не успевают полностью прореагировать с водой. Продукты реакции покрывают такое зерно снаружи коркой и затрудняют ее доступ дальше. По мере проникновения воды к непрореагировавшим слоям реакция продолжается. Этот процесс длится годами. И все это время бетон или раствор продолжают прочнеть по зависимости, близкой к логарифмической. Через год прочность по отношению к нормируемой 28-суточной увеличивается примерно в 1.5 раза, через 10 лет — в 2 раза, через 25 лет — в 2.25 раза.

Добавки-ускорители способствуют своего рода растворению этой корки. Вода быстрее проникает внутрь зерна цемента, и он за тот же отрезок времени набирает большую прочность. Если ввести в раствор всего 2% подобной добавки, например хлористого кальция, то прочность цементного камня к 28-суточному сроку увеличится примерно на 30 — 40%.

Немаловажен и тот факт, что ускорение гидратации цемента от добавок-ускорителей вызывает увеличение количества цементного геля. Это сказывается на повышении пластичности бетонной массы, особенно ощутимой на жестких смесях. В предварительных подсчетах можно ориентироваться на то, что введение в бетон такого традиционного ускорителя, как хлористый кальций, в количестве 2% от массы цемента позволяет снизить

расход воды затворения на 10-15% и, соответственно, улучшить эксплуатационные характеристики -- прочность, морозостойкость, водонепроницаемость.

Парадоксально, но факт: противоморозные добавки как ускорители твердения незаменимы при жарком и сухом климате. В этих условиях вода из бетона может испариться еще до того, как завершатся химические реакции между водой и цементом. Поэтому вводят специальные комбинации химических веществ -- замедлитель схватывания + ускоритель твердения. Если зимой цементы схватываются очень медленно, то в жару, наоборот, очень быстро. После приготовления раствора можно просто не успеть его использовать -- он схватится еще в бетономешалке или при транспортировании. Отодвинуть и растянуть этот период можно при помощи добавок -- замедлителей схватывания. Затем целых 4 недели цемент будет набирать прочность. Все это время ему нужна вода -- а на жаре она может испариться раньше времени. Противоморозная добавка ускоряет ход реакций, позволяет цементу полнее прогидратировать до момента, когда вся влага испарится.

Зима -- плохо, жаркое лето -- неважно. Но и переходный период между ними -- тоже не сахар, особенно когда температура многократно переходит через 0°C.

Все помнят школьный опыт с бутылкой, наполненной водой и выставленной на мороз. Примерно то же самое происходит и со строительными конструкциями, только много-много раз подряд. Вода проникает в поры и трещины и, замерзая, разрывает их, затем, оттаяв, проникает по вновь созданным ходам дальше. С похолоданием все начинается сначала. Сила противодействия материала подобным процессам называют морозостойкостью, а «много-много раз» обозначают как количество циклов замораживания-оттаивания.

Морозостойкость -- очень важный показатель, характеризующий долговечность отдельных элементов конструкции и строения в целом. Особенно это актуально для погодно-климатических условий Украины, европейской части и юга России. Мягкая и теплая зима с частыми оттепелями и кратковременными похолоданиями, постоянные колебания температуры в районе 0°C могут всего за одну зиму исчерпать запас бетона по морозостойкости (обычно это 50 -- 200 циклов замораживания - оттаивания).

Сейчас стали очень популярны фигурные элементы мощения взамен традиционного асфальта. Красивые и нарядные пешеходные дорожки всего через одну-две зимы покрываются сетью трещин, наружный слой отслаивается и быстро разрушается. Виною тому -- низкая морозостойкость бетона, из которого они сделаны.

Существуют специальные добавки, во много раз повышающие морозостойкость, -- гидрофобизаторы-микропенообразователи. В дозировке всего 0.01-0.08 % (примерно 1 килограмм по сухому веществу на тонну цемента) они способны в несколько раз повысить морозостойкость.

2. ОПИСАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И СОЕДИНЕНИЙ, ПРИМЕНЯЮЩИХСЯ В КАЧЕСТВЕ ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК

2.1. Вещества, включенные в ДБН В.2.7-64-97 (Украина) и РСН 345-87 (Россия) в качестве противоморозных добавок

2.1.1. (П) – поташ – K_2CO_3 (углекислый калий)

Побочный продукт производства глинозема. После пуска Ачинского глиноземного комбината, выпускающего (П), эта добавка стала местной и самой дешевой для Восточной Сибири, а ее применение в промышленном, жилищном и сельскохозяйственном строительстве этих районов приобрело массовый характер.

Негорюч, нетоксичен. Не корродирует арматуру и закладные стальные детали, не ослабляет сцепление бетона с предварительно напряженной арматурой, не вызывает появление высолов и выцветов. Малоэффективен в крупнопористых беспесчаных бетонных смесях и керамзитобетоне.

В смеси с водой, в процессе твердения, образует едкие щелочи. Поэтому его следует осторожно применять, когда в растворе присутствует активный кремнезем – некоторые шлакопортландцементы, пуццолановый цемент, кладка на силикатном кирпиче, использование пластификаторов, осажденных на активном кремнеземе, и добавок-ГЦК.

Не рекомендуется применять в условиях положительных температур либо колебаний температур в районе нуля градусов, а также повышенной влажности.

Не допускается применение в условиях возникновения динамических нагрузок (мосты, дороги, эстакады, межцоховые перекрытия и т.д.), а также вблизи источников тока высокого напряжения (на расстоянии менее 100 м).

Совершенно не допускается применение в смешанных штукатурных и кладочных растворах с добавкой извести, а также в составе штукатурки или стяжки, по которым впоследствии будет прокладываться электропроводка в виниловой, перхлорвиниловой или наиритовой изоляции.

При положительных температурах добавка (П) к бетонам и растворам вызывает их быстрое загустение и схватывание, иногда прямо в смесителе. В этом случае необходимо обязательно предусматривать меры, препятствующие сокращению сроков схватывания (введение химических замедлителей схватывания, использование охлажденных заполнителей, увеличение В/Ц и т.д.)

Сильно гигроскопичен. На воздухе быстро расплывается. При длительном хранении активно поглощает из воздуха углекислый газ, превращаясь в твердый, плохо растворимый в воде бикарбонат калия.

Из-за ярко выраженной щелочной реакции следует остерегаться его попадания на кожу и особенно в глаза. Приготавливать и работать с водными растворами (П) следует в комбинезонах, очках, резиновых сапогах и перчатках, спецодежду хранить в специальных шкафах. В плохо вентилируемых помещениях необходимо использовать респираторы или противогазы.

2.1.2. (НН) – нитрит натрия – NaNO_2

Эффективная противоморозная добавка. Хорошо растворим в холодной воде. Не корродирует арматуру. Повышает скорость твердения цемента и конечную прочность бетонов и растворов в 1.2 – 1.5 раза. Доступен – в массовом порядке выпускается многими химическими комбинатами.

При добавлении заполнителей, содержащих реакционно-способный кремнезем, или использовании шлакопортландцементов, кладки силикатного кирпича, пластификаторов, осажденных на активном кремнеземе, возможна щелочная коррозия бетона и раствора с появлением высолов на поверхности.

Ядовит. При попадании в организм человека вызывает тяжелые поражения, опасные для жизни.

В сухом состоянии пожаро- и взрывоопасен. Кристаллический продукт следует хранить в упакованном виде в вентилируемых, закрытых, сухих и чистых складских помещениях в соответствии с «Правилами безопасности для неорганических производств азотной промышленности» Госгортехнадзора и Минхимпрома.

В смеси с дизельным топливом применяется в промышленности как очень мощное взрывчатое вещество.

Кроме требований по технике безопасности, налагаемых на работы с поташом, необходимо выполнять следующие правила: нельзя хранить (НН) вместе с оксидами и растворами, имеющими кислую реакцию, – могут образоваться ядовитые газы; нельзя допускать попадания на (НН) тяжелых углеводородов – в смеси с ними он образует мощное взрывчатое вещество.

В помещении, где хранят (НН), нельзя зажигать огонь, курить и вести работы с открытым пламенем. Места, где готовят водные растворы (НН), должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Все емкости с растворами (НН) должны иметь предупредительную надпись «Яд».

2.1.3. (НК) – нитрат кальция – $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (кальциевая селитра)

Пожароопасен. Сильно гигроскопичен, на воздухе расплывается. В смеси с углем и серой дает низкосортный порох.

Кристаллический продукт следует хранить в упакованном виде в вентилируемых, закрытых, сухих и чистых складских помещениях, к которым предъявляются повышенные требования пожарной безопасности. Вместимость складов в одном месте – не более 150 т.

2.1.4. (ННК) – нитрит-нитрат кальция

Промежуточный продукт производства нитрата кальция (кальциевой селитры) из нитрозных отходящих газов. В результате их нейтрализации известью получается щелок, состоящий из нитрита и нитрата кальция.

Токсичен. Разлагается в средах с $\text{pH} > 7$ (в щелочных). Не допускается смешение с растворами технических лигносульфонатов и иных пластификаторов с щелочным основанием, а также с пластифицированными цементами. Способствует растрескиванию железобетона в случае применения термически упрочненной арматуры.

В связи с огромными сложностями по обеспечению выкристаллизации из маточного раствора выпускается только в форме водных растворов или пасты.

Требования по технике безопасности такие же, как и для нитрита натрия и поташа.

2.1.5. (ННХК) – нитрит-нитрат хлорид кальция

Смесь нитрита кальция, нитрата кальция и хлорида кальция в пропорции примерно 1:1:2.

Побочный продукт многих азотно-химических технологий, связанных с наличием в отходящих газах окислов азота, поэтому очень дешев. Массово и много лет применяется на предприятиях сборного железобетона Украины, России и Беларуси.

Токсичен. При работах должны соблюдаться все правила техники безопасности, налагаемые на нитраты и нитриты. Разлагается в кислых средах. Вызывает сильное раздражение кожного покрова. Не допускается смешение с гидрофобизированным цементом и цементом, для интенсификации помола которого применялись гидрофобизаторы.

В связи с особенностями своего производства выпускается исключительно в форме водного раствора 25 - 35%-ной концентрации. Поставляется в ж/д цистернах.

2.1.6. (СН) – сульфат натрия – Na_2SO_4

Плохо растворяется в воде, особенно при температуре ниже $+20^\circ\text{C}$. Растворение сопровождается поглощением тепла. При пониженных температурах выкристаллизуется из растворов с образованием мираболита.

В цементах с повышенным содержанием щелочей калия и натрия (больше 1%), а также в высокоалюминатных цементах вызывает сульфатную коррозию. В дозировке свыше 2% от массы цемента вызывает обильные высолы на поверхности.

При длительном хранении выветривается.

Эффективность (СН) очень сильно повышается при использовании в сочетании с пластификаторами.

2.1.7. (М) – мочевина – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (карбамид)

Хорошо растворяется в воде. Не дает высолов. Не корродирует арматуру.

Гигроскопична. Пожароопасна, температура вспышки – $+182^\circ\text{C}$. Хранить только в отдельных специально оборудованных складах с несгораемыми и огнестойкими стенами, крышей, полом и дверьми.

В качестве самостоятельной противоморозной добавки обычно не применяется. В составе комплексных противоморозных добавок (ННХМ, ННKM, НК+М, НКМ, НК+М) выполняет роль пластификатора бетонной смеси, регулятора увода солей в комплексные труднорастворимые соединения, а также, дополнительно, понижает температуру замерзания поровой жидкости. В составе нитросоединений, кроме того, увеличивает растворимость клинкерных минералов портландцемента и обеспечивает спокойный и равномерный темп твердения.

2.1.8. (А) – аммиачная вода – NH_4OH

Аммиак, растворенный в воде, обычно в 10 – 12%-ной концентрации. Массово применяется как удобрение в сельском хозяйстве.

В качестве противоморозной добавки, начиная с 1971 г., широко применялся подразделениями бывшего Минводхоза СССР в гидромелиоративном строительстве.

Очень эффективная и дешевая противоморозная добавка. Не вызывает коррозии металла, не образует высолов, может служить анодным ингибитором коррозии в предварительно напряженном железобетоне.

Основной недостаток – резкий неприятный запах. Требуется мощной приточно-вытяжной вентиляции, в концентрации более 85% равноценна по своему действию боевым отравляющим веществам удушающего действия. Категорически запрещена к применению для животноводческих построек и помещений, где могут находиться люди.

Из верхнего (1 – 2 см) слоя бетона, затворенного на аммиачной воде, аммиак быстро улетучивается. Этот слой замерзает, а после оттаивания крошится и отслаивается. Поэтому необходимо обязательно предусматривать меры ухода за бетоном – покрытие его пленками или пленкообразующими веществами.

Бетоны на (А) медленно набирают прочность, что не позволяет использовать их в конструкциях, условия работы которых предполагают раннее эксплуатационное нагружение.

2.1.9. (ХН) – хлорид натрия – NaCl (соль поваренная)

Пищевая добавка. Безвреден для человека. Хорошо растворим в воде.

Отличная противоморозная добавка. Дешев. Сильно корродирует стальные конструкции, арматуру, закладные элементы и оборудование. В технических целях

очень часто используют так называемую самосадочную соль из соляных озер. В ней содержание сульфатов натрия, магния и кальция достигает 4-6 % и более, а они провоцируют образование очень сильных высолов на поверхности.

При применении в качестве противоморозной добавки для внутренней штукатурки возможно появление мокрых пятен и выцветов. Их возникновение и интенсивность можно регулировать совместным введением гидрофобизаторов на основе жирных, смоляных или нафтенных кислот – олеата натрия, абиетата натрия, мылонафта.

Из-за кажущейся тривиальности решения как самостоятельная противоморозная добавка используется строителями редко. А зря. Как одна из составляющих нашла массовое и повсеместное применение в составе подмыльного щелока – крупнотоннажного техногенного отхода мыловаренного производства. В нем натриевые мыла олеиновой, линолевой, пальмитиновой и других жирных кислот растворены в слабом растворе поваренной соли. Жирные кислоты отлично пластифицируют и гидрофобизируют тощие строительные растворы – кладочные и штукатурные, а (ХН) выполняет функции ускорителя твердения и противоморозной добавки.

2.1.10. (ХК) – хлорид кальция – CaCl_2

Как противоморозная добавка в 1888 г. был предложен русским инженером Ладыжским и с тех пор активно применяется во всем мире.

Самая популярная в мире противоморозная добавка. Отлично растворяется в воде даже при температуре, близкой к нулю. Безвреден для человека. Не горюч, не токсичен, не взрывоопасен. Применяется в пищевой промышленности при производстве твердых сыров и в холодильной технике как хладагент. Являясь побочным продуктом содового производства, дешевле многих других добавок. Побочные примеси других хлоридов, в частности, натрия, магния и алюминия, не ухудшают, а улучшают ее противоморозные свойства.

Незначительно пластифицирует бетонные и растворные смеси, улучшает их обрабатываемость и снижает водоотделение. Уменьшает водопроницаемость бетона, особенно в раннем возрасте. Способствует равномерности изменения объема цементов, особенно тех, в клинкере которых имеется свободная известь. Уменьшает степень истираемости – важная характеристика бетонов в дорожных одеждах, тротуарах, полах и т.д.

Добавка 2% хлористого кальция увеличивает электропроводность свежего бетона в 4-5 раз. Это необходимо учитывать (снижать напряжение, подаваемое на электроды) при использовании электропрогрева бетона.

Мощный ускоритель. Уже в малых дозах заметно ускоряет схватывание и твердение цементов. Позволяет «реанимировать» лежалые цементы и существенно поднять скорость набора прочности шлакопортландцементов, вплоть до уровня, когда они могут

быть использованы в поточной технологии взамен портландцементов. В умеренных дозировках универсален при воздействии на цементы различного минералогического состава.

Очень гигроскопичен. Активно присоединяет влагу из воздуха, расплывается, увеличивает свою массу, сбивая тем самым настройку весовых дозаторов. Поэтому в промышленных условиях используется в форме водных растворов известной плотности.

В повышенных дозировках увеличивает усадку бетона. Незначительно ухудшает химическую стойкость бетонов против сульфатной коррозии.

Главный недостаток – вызывает коррозию стальной арматуры в условиях доступа к ней влаги через толщу бетона. И хотя величина ее невелика (при концентрации 2% хлорида кальция от массы цемента она не превышает 0.018% массы арматуры в год), данную добавку запрещено использовать в преднапряженном железобетоне.

В обычном железобетоне надлежит обеспечить закрытие арматуры слоем бетона не менее 20 мм, тщательно уплотнять его, не допуская пустот, через которые влага может проникнуть к арматуре, и применять гидрофобные добавки типа абиетата натрия, мылонафта, асидола, ГЖ-11 и т.д. для обеспечения водопоглощения менее 10%.

Все вышеперечисленные мероприятия легковыполнимы при соблюдении элементарных требований технологии приготовления бетонов, грамотном подборе их составов и добросовестности исполнителей.

Зарубежные технологии и оборудование для изготовления неармированных бетонных массивов или в случаях, когда возможной коррозией можно пренебречь, в подавляющем большинстве рассчитаны на использование в качестве противоморозной добавки хлорида кальция или его смеси с хлоридом натрия.

2.2. Вещества, не включенные в украинский и российский стандарты, но также являющиеся противоморозными добавками, применение которых регламентируется техническими условиями

2.2.1. (ТНФ) – тринатрийфосфат

Плохо растворим в холодной воде. Безопасен для человека. Применяется в качестве умягчителя воды практически во всех стиральных порошках.

Очень дорог. В основном используется в составе высококачественных сухих смесей.

2.2.2. (НН₁) – нитрат натрия – NaNO_3 (натриевая селитра)

Эффективная противоморозная добавка. Хорошо растворим в холодной воде.

Не дает высолов. Не гигроскопичен. Взрыво- и пожароопасен. При нагревании разлагается с выделением кислорода. Совместно с порошкообразными металлами образует термитные смеси, а с органическими веществами и углеводородами – взрывчатые.

Требования по технике безопасности такие же, как для поташа и остальных нитратов и нитритов.

2.2.3 (СК) – соляная кислота – HCl

Соляная кислота в дозировке до 1% в реакции с цементом дает хлористый кальций, который является традиционной противоморозной добавкой. В этих дозировках ее действие на бетон следует рассматривать как идентичное от введения аналогичного количества хлорида кальция.

При увеличении дозировки свыше 1% начинает сказываться воздействие соляной кислоты на силикатную и алюминатную составляющую цементного клинкера. Это меняет условия последующего твердения – значительно ускоряется твердение и особенно схватывание. В этом плане ее действие на бетон «более резкое», чем действие других ускорителей.

2.2.4 (СПП) – сода-поташ-пластификатор

Комплексное соединение кальцинированной соды и поташа (в пропорции 1 : 1.5), являющееся промежуточным продуктом содового производства при получении глинозема в цветной металлургии. Вызывает очень быстрое схватывание цемента. Поэтому обязательно вводят третий компонент, замедлитель схватывания – технический немодифицированный лигносульфонат с большим содержанием редуцированных сахаров.

В 2.5 раза дешевле нитрата натрия и в 1.5 раза – поташа. По своему влиянию на рост прочности бетона при температурах до -15°C значительно превосходит хлористые соли и нитрит натрия.

Разработан в Красноярске и применяется в соответствии с временными техническими условиями ПромстройНИИпроекта.

2.2.5. Кэл – (гидроокись кальция + хлорид кальция)

Ранее широко применяемое в США комплексное соединение из извести пушонки хлористого кальция и воды. По своему действию на цемент аналогичен хлористому кальцию, но допускает предварительное смешение и последующее непродолжительное совместное хранение с цементом.

2.2.6. Соляная кислота + окись кальция

При раздельном введении тонкомолотой извести кипелки и соляной кислоты в состав бетона обеспечивается бурное тепловыделение – в 20-30 раз большее, чем обычно. Это способствует быстрому набору прочности, даже на морозе. В дозировке 2.5% кислоты и 15% негашеной извести бетон уже через 6 часов нормального твердения набирает до 150% суточной прочности и обеспечивается последующий ее рост.

При использовании грубомолотой, магнезиальной или пережженной извести возникают значительные усадочные явления в бетоне. При неквалифицированном использовании возможно взрывное разрушение свежееуложенного бетонного массива.

2.2.7. Противоморозные комплексы электролитов, модифицированные мочевиной, – НК+М, ННК+М, ННХК+М

Мочевина регулирует увод нитрит-нитратов в комплексные труднорастворимые соединения, образующиеся при гидратации цемента в условиях низких температур. Дополнительно она понижает температуру замерзания поровой жидкости. Кроме того, мочевины увеличивает растворимость составляющих портландцемента, являясь ускорителем их твердения.

Мочевина также дополнительно пластифицирует бетонную смесь, способствует появлению в ее структуре закрытой пористости и, как следствие, повышению морозостойкости бетона.

2.2.8. ХК + НН

Противоморозный комплекс из хлорида кальция, ингибированного нитритом натрия. Приготавливается из сухих кристаллических продуктов в построечных условиях в случаях неожиданного похолодания. Ввиду сравнительной дороговизны получаемой композиции обычно используется для малых объемов работ либо их срочного завершения, когда применение дешевого, но жидкого ННХК невозможно.

2.2.9. Тиосульфит натрия + роданид натрия

Техногенный отход коксохимического производства. С кристаллохимической точки зрения аналогичны комплексу (СН) + (НН), но гораздо более эффективны. Ввиду непостоянства исходного сырья их использование возможно только в форме готовых комплексных полифункциональных составов совместно с пластификаторами и стабилизаторами.

На сегодня по совокупности параметров цена/эффективность намного опережают все остальные противоморозные добавки, поэтому являются основой наиболее массово выпускаемых на Украине составов полифункционального действия.

2.2.10. ПФС – пластификатор формиатно-спиртовой

Дешевый побочный продукт производства пентаэритрита (вещества, применяемого при изготовлении лакокрасочной продукции). Водный раствор, состоящий из формиата натрия (27 – 30%), сиропообразующих веществ и полиспиртов – монопентаэритрита и полипентаэритрита (8%).

Комплексная дешевая добавка полифункционального действия – гостирована как пластификатор повышенной эффективности, но ярко выраженный ускоряющий эффект позволяет с успехом ее применять и в качестве противоморозной добавки на морозах до -10 градусов.

Способствует формированию мелкопористой структуры цементного камня, повышению плотности, морозо- и коррозионной стойкости бетона.

Замечательная особенность ПФС заключается в отсутствии замедления процессов гидратации и структурообразования цементных систем как при нормальном твердении, так и подверженных тепловлажностной обработке.

Исследования, проведенные на украинских цементах, показали, что ПФС в дозировке 0,4 – 0,8% от массы цемента способствует повышению подвижности бетонной смеси с 2...3 см до 16...18 см и более, повышению прочности на 30...50%, оптимизирует поровую структуру бетона (средний размер пор уменьшается в 1,45 раза, коэффициент однородности распределения пор возрастает на 32%) и, соответственно, значительно увеличивается морозостойкость.

Добавка ПФС повышает водонепроницаемость бетона на 2...3 ступени. Также значительно улучшается коррозионная стойкость бетона как в пресной, так и в морской воде.

2.2.11. ПФС + НК – пластификатор формиатно-спиртовой с нитратом кальция

Данный комплекс – результат направленного поиска дешевых, но высокоэффективных составов полифункционального действия для безобогревного зимнего бетонирования.

Показал также и очень высокую эффективность при твердении бетона в нормальных условиях. Этим обусловлена все увеличивающаяся популярность данного комплекса при изготовлении тротуарных камней и элементов мощения для элитных сооружений.

При самостоятельном изготовлении данного комплекса в построечных условиях следует обязательно контролировать pH (ПФС). В соответствии с заводскими ТУ как для марки «А», так и для марки «Б» он должен быть в пределах 7...9. Но отдельные партии имеют заниженный показатель pH, ниже 7. В этом случае процедуру смешения ПФС с НК следует проводить с особой осторожностью и на открытом пространстве – возможно выделение ядовитых газов.

2.2.12. ФН – формиат натрия (натрий муравьинокислый)

По всем своим характеристикам близок к нитриту натрия (НН), но в 2...3 раза более эффективен. Кроме того, в отличие от НН пожаро- и взрывобезопасен, не ядовит и не способствует образованию высолов. Выпускается в форме водных растворов («маточник пентаэритрита» или фильтрат технического пентаэритрита – ФТП) и в форме сухого кристаллического порошка с массовой долей формиата натрия не менее 90, 80, 70% для марок А, Б и В соответственно.

3. ПРЕДЕЛЬНАЯ РАСТВОРИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ СОЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПОСТРОЕЧНОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Вводить противоморозные добавки необходимо в составе водного раствора. А для улучшения их растворения воду желательно предварительно подогреть. Иногда такой возможности нет. Руководствуясь нижеследующей таблицей, можно определить, сколько воды заданной температуры понадобится для растворения отмеренного количества добавки.

Предельная растворимость некоторых солей в граммах на 1 литр воды при различных температурах приведена в табл. 1.

Таблица 1

Название соли	+5°C	+20°C	+40°C
СН (сульфат натрия)	50	190	480
ХН (хлорид натрия)	350	360	360
ХК (хлорид кальция)	590	740	1250
НН (нитрит натрия)	720	840	980
НК (нитрат кальция)	1020	1200	1950
П (поташ)	1050	1100	1160

4. ДОЗИРОВКИ ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Строительное законодательство предписывает нормировать количество вводимых противоморозных добавок по специальным таблицам и проверять полученные результаты экспериментально.

В условиях построечного приготовления растворов и бетонов следует ориентироваться на табл. 2, в которой приведено количество добавки в зависимости от среднесуточной температуры выдерживания.

Таблица 2

Название соли	Количество добавки, %, от массы цемента при среднесуточной отрицательной температуре, °С		
	0-5	5-10	10-15
(ХК) хлорид кальция	2	4	7
(НН) нитрит натрия	5	8	10
(П) поташ	6	10	12
(НК) нитрат кальция	6	8	10
(ННК) нитрит-нитрат кальция	6	8	10
(ННХК) нитрит-нитрат-хлорид кальция	7	9	10

Приведенные цифры являются ориентировочными и усредненными. Они могут потребовать увеличения, порой значительного, при повышенном водоцементном соотношении, применении низкосортных или «лежалых» цемента, заполнителей с неудовлетворительной гранулометрией, изменении технологии применения раствора или бетона, увеличении скорости ветра свыше 6 м/с и т.д.

5. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК

Общие закономерности действия противоморозных добавок на процессы гидратации цемента разнятся между собой. Хлорид кальция (ХК), нитрит кальция и нитрат кальция (НК) вступают в химическое взаимодействие с минералами цементного клинкера и продуктами их гидратации. Поташ (П) в результате обменной реакции с гидратом окиси кальция образует карбонат кальция и едкий калий. Нитрит натрия (НН) и хлорид натрия (ХН) в основном не участвуют в химических реакциях и не расходуются на гидратацию цемента, а остаются в жидкой фазе бетона в течение всего времени его твердения.

Наиболее сильными ускорителями твердения цемента являются соли кальция – хлорид, нитрит и нитрат кальция. Их действие основано на увеличении концентрации ионов кальция в жидкой фазе цементного камня.

Соли калия и натрия – поташ, нитрит натрия, нитрат натрия, хлорид натрия – как ускорители менее эффективны. Их действие основано на улучшении растворимости клинкерных материалов, увеличении скорости их гидратации и оптимизации структуры новообразований.

Мочевина (М), будучи поверхностно-активным веществом, оказывает на бетонную смесь пластифицирующее действие. С солями кальция, выделяющимися при гидратации цемента, она формирует растворимые комплексные соединения и не дает им перейти в труднорастворимые продукты, обычно образующиеся в ее отсутствие. В результате растворимость силикатных составляющих цемента, которая сама по себе невелика, а под действием мороза еще более снижается, – увеличивается.

Кроме химического взаимодействия с минералами цементного клинкера, все противоморозные добавки с большей или меньшей степенью эффективности выступают в качестве антифризов и понижают температуру замерзания воды. Сохранение воды в жидкой фазе позволяет цементу гидратировать и при отрицательных температурах. Поэтому нижним пределом применимости данной добавки является температура эвтектической точки ее водного раствора. Эвтектические точки равны: для хлорида кальция (ХК) – -55.4°C , хлорида натрия (ХН) – -21.1°C , нитрита натрия (НН) – -19.6°C , нитрата кальция (НК) – -28.7°C , поташа (П) – -36.5°C .

В начале 70-х годов НИИЖБ провел сравнительные испытания нескольких противоморозных добавок в абсолютно идентичных условиях. Цемент применяли среднеалюминатный, бездобавочный, марки ПЦ-400. Щебень фракции 5 – 20 мм. Песок – кварцевый, $\text{Mkr}=2.7$. Испытания проводили при температуре -20°C . Дозировки добавок назначали исходя из нормативных документов для данной температуры. Полученные

результаты сравнивали как между собой, так и с эталоном — бетоном из тех же составляющих, но без добавок и твердевшим в нормально-влажностных условиях.

Испытания показали, что все противоморозные добавки представляют собой химически стабильные вещества. Как в жидком, так и твердом виде они могут храниться неограниченно долго. Повторная проверка, после пятилетнего хранения, показала, что за это время в них не протекали никакие окислительно-восстановительные процессы независимо от того, находились ли они в жидком или твердом состоянии. Во избежание испарения на воздухе мочевина, и особенно аммиачная вода должны храниться в герметичной упаковке.

Практически все противоморозные добавки гигроскопичны. Особенно активны в этом отношении кальциевые соли — хлорид, нитрит и нитрат кальция.

Применение противоморозных добавок при положительных температурах ускоряет потерю подвижности растворов и бетонов. И если хлориды и их смеси, НКМ, НКМ снижают подвижность незначительно — в течение 3-4 часов она остается на уровне, обеспечивающем удобоукладываемость, — то поташ и ННХМ укорачивают время «живучести» бетона до 30 мин. Поэтому их использование при положительных температурах или при колебаниях температуры в районе 0°C следует обязательно согласовывать с мероприятиями лабораторного контроля потери подвижности и в случае неудовлетворительных результатов дополнительно вводить замедлители схватывания.

Испытания показали, что противоморозные добавки либо не снижают сцепления арматуры с бетоном (нитрит натрия и поташ), либо повышают его на 8-10% (остальные добавки).

Проводились также испытания бетонов, твердевших во влажных условиях в течение года, чтобы установить, допустимо ли применение повышенных дозировок добавок с точки зрения возможных изменений структуры цементного камня при твердении в течение длительного срока. Оказалось, что только бетоны с добавкой поташа не дают прироста прочности. При всех дозировках и водоцементных соотношениях их твердение замедленно и даже через год не достигает марочной, 28-суточной, прочности эталона. Бетоны с остальными добавками показывают длительное нарастание прочности. Это позволяет считать получаемые структуры цементного камня стабильными и постоянными в условиях длительной эксплуатации.

Испытания на морозостойкость, проведенные по стандартной методике, показали, что все добавки, за исключением поташа, ее повышают. Аналогичные результаты дали и испытания на морозосолеустойкость, когда в качестве антиобледенительного реагента применяется поваренная соль.

Учитывая коррозионную агрессивность хлористых солей, была исследована сохранность арматуры в бетонах с многокомпонентными добавками, в которые они входят в

качестве одной из составляющих, — ННХК, ННХКМ, (НН+ХК), (НН+ХК+ХН). Было установлено, что нитрит натрия (НН) не только обеспечивает противоморозные функции, но и является прекрасным ингибитором коррозии в присутствии хлоридов. Если его отношение по массе равно или больше, чем хлоридов, в составе многокомпонентной добавки, то скорость коррозии арматуры в бетонах, даже через 3 года, практически такая же, как и в бетонах без добавки.

Для бетонов, твердеющих на морозе, очень важный показатель — скорость набора прочности. Безусловными лидерами здесь оказались хлористый кальций и комплексные составы на его основе. С первых дней твердения и до года прочность бетонов с добавкой (ХК) неизменно выше, чем на бесхлоридных составах.

При выборе той или иной добавки очень большую роль играет ее стоимость. Без учета транспортных расходов, особенностей хранения и применения, соблюдения дополнительных требований, налагаемых некоторыми веществами, объемов и формы поставок, отдаленности производителей и т.д. невозможно правильно определить конечную цену для той или иной противоморозной добавки. В очень приближенных, прикидочных расчетах можно ориентироваться на следующие цифры: если принять относительную цену самой дешевой добавки — хлористого кальция (ХК) — за единицу, то нитрит-нитрат кальция (ННК) будет дороже в 1.1 раза, нитрит-нитрат-хлорид кальция (ННХК) — в 1.2 раза, поташ (П) — в 2.1 раза и нитрит натрия (НН) — в 2.9 раза. Учитывая, что процентное соотношение для разных добавок при разных температурах также разнится, элементарный пересчет для температуры -10°C показывает: если взять за основу цену хлористого кальция (ХК) и удорожание единицы объема бетона, вызываемое его использованием, за 1, то ННК вызовет удорожание в 1.76 раза, ННХК — в 2.16 раза, П — в 4.2 раза, НН — в 4.6 раза.

По показателю предельно допустимой отрицательной температуры, когда вода еще не переходит в твердое состояние, при введении 30% добавки от массы цемента противоморозные добавки располагаются в такой последовательности:

(ХК) — хлорид кальция	-50.3
(ННХК) — нитрит-нитрат-хлорид кальция	-48.0
(ХН) — хлорид натрия	-21.1
(ННК) — нитрит-нитрат кальция	-21.5
(НН) — нитрит натрия	-19.6
(П) — поташ	-18.7
НК — нитрат кальция	-14.6
(НКМ) — нитрат кальция + мочевины	-9.1
(М) — мочевины	-8.3

Значение отрицательной температуры — -21.2°C для ХН при концентрации 21% и -19.6°C для НН при концентрации 28%, так как они для растворов этих добавок являются эвтектическими.

6. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫПУСКАЕМЫХ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ УКРАИНЫ И РОССИИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ СОВМЕСТНО С ПРОТИВОМОРОЗНЫМИ ДОБАВКАМИ

На строительные химические добавки и модификаторы накладывается ряд очень жестких экономических требований, и в первую очередь – ценовых. Поэтому в Украине, да и во всем мире, стремятся максимально возможным образом использовать не специально синтезированные продукты, а различные отходы и сопутствующие продукты иных химических технологий и производств. Как показывает практика, это не всегда является оптимальным решением.

Ценовой фактор, опять же, регламентирует и использование низкоконтентированных водных растворов, специализированных стоков производств – химических, коксохимических, лесохимических и т.д. Предприятия порой согласны еще и приплачивать, лишь бы их от этих стоков избавили – регенерация нерентабельна, а утилизация затратна.

6.1. Суперпластификаторы

6.1.1. С-3

Изготавливается на основе натриевых солей продуктов конденсации нафталин-сульфокислоты и формальдегида. Поставляется в жидком виде в форме растворов темно-коричневого цвета 30 – 40%-ной концентрации или в сухом виде – легкорастворимый порошок светло-коричневого цвета с легким «древесным» запахом.

Малотоксичен, пожаро- и взрывобезопасен. Водные растворы сохраняют свои характеристики при нагревании до +85°C и охлаждении до -40°C. Гарантийный срок хранения – 1 год.

Изготавливается ПО «Оргсинтез» (г. Новомосковск Тульской обл.)

6.1.2. «Дофен»

Изготавливается на основе продуктов конденсации сульфокислот нафталина, его производных и аналогов с формальдегидом. Поставляется исключительно в форме 30 – 40%-ных растворов. Пожаро- и взрывобезопасен. Гарантийный срок эксплуатации – 1 год.

Изготавливается ПО «Фенольный завод» (г. Дзержинск Донецкой обл.)

6.2. Пластификаторы

6.2.1. ЛСТ

Лигносulfонат технический – крупнотоннажный техногенный отход, получаемый при переработке древесины на целлюлозу по сульфатному способу. Изготавливается в жидком, пастообразном и порошкообразном виде.

Поставляется Архангельским, Калининградским, Камским, Котласским, Слосским, Кондаположским и др. целлюлозно-бумажными комбинатами.

6.2.2. УПБ

Меласная упаренная последрожевая барда – смесь гумусовых веществ и минеральных солей, отход производства при изготовлении кормовых дрожжей. Изготавливается в виде жидкости и пасты.

Поставляется заводами Черновицкого и Винницкого спиртобъединений.

6.2.3. ПДК

Плав дикарбоновых кислот – смесь адипиновой, глутаровой и янтарной кислот. Отход производства адипиновой кислоты. Изготавливается в форме монолит-глыбы.

Поставляется ПО «Азот» (г. Северодонецк)

6.2.4. НЛК

Лигносультфонат, модифицированный щелочью и прошедший термическую и механохимическую обработку. Изготавливается в форме водного раствора.

Производится на ДСК-1 (г. Харьков)

6.2.5. НИЛ-20

Лигносультфонат, модифицированный адсорбционным методом и освобожденный от редуцированных сахаров и высокомолекулярных фракций.

Изготавливается в построчных условиях.

6.3. Стабилизаторы

6.3.1. Бентонит

Природный алюмосиликат, модифицированный в щелочной среде и характеризующийся высокой дисперсностью, набухаемостью и ионообменной способностью. Изготавливается в форме порошка.

Поставляется АО «Утяжелитель» (г. Константиновка Донецкой обл.)

6.4. Пластифицирующе-воздухововлекающие добавки

6.4.1. ПАЩ

Пластификатор адипиновый щелочной. Изготавливается из натриевых солей монокислот карбоновых кислот, циклогексанола и циклогексанона. Изготавливается в форме водных растворов.

Поставляется Щекинским, Кемеровским, Гродненским и Куйбышевским ПО «Азот».

6.4.2. ГКЖ-12К

Фенилсиликонат калия – водный раствор фенилхлорсилана.

Изготавливается в форме водных растворов разной концентрации.

Поставляется ПО «Кремнийполимер» (г. Запорожье)

6.4.3. Подмыльный щелок

Жидкость темно-коричневого цвета с характерным запахом мыла. Состоит из натриевых солей жирных кислот, едкого натра и хлорида натрия.

Поставляется мыловаренными заводами.

6.5. Воздухововлекающие добавки

6.5.1. СНВ

Смола нейтрализованная воздухововлекающая – смесь натриевых солей абиетиновой, паллюстровой и левопимаровой кислот. Изготавливается в форме монолит-глыбы.

Поставляется Техвинским лесохимическим комбинатом.

6.5.2. СДО

Смола древесная омыленная – смесь натриевых солей смоляных и жирных кислот. Изготавливается из отходов лесохимического производства в форме пастообразного продукта.

Поставляется Ветлужским лесохимическим комбинатом.

6.5.3. БС

Микропенообразователь БС – смесь жирных кислот, белков и углеводов, нейтрализованная щелочью и адсорбированная на микрозаполнителе.

Производится в построечных условиях.

6.6. Газовыделяющие добавки

6.6.1. ГКЖ-94

Полимер, образующийся при гидролизе этилдихлорсилана и отщепляющий в щелочной среде водород. Изготавливается в форме растворов, эмульгируемых природными коллагенами непосредственно перед применением.

Производится ПО «Кремнийполимер» (г. Запорожье).

6.7. Гидрофобизирующие добавки

6.7.1. ГКЖ-11К

Водный раствор метилсиликоната калия. Изготавливается в форме водных растворов различной концентрации. Продается под различными торговыми марками.

Производится ПО «Кремнийполимер» (г. Запорожье).

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ПРОТИВОМОРОЗНЫМИ ДОБАВКАМИ

По сравнению с другими добавками противоморозные применяются в строительстве в достаточно больших дозировках. Соответственно многократно возрастают и побочные эффекты, связанные с их применением. Особенно важно соблюдать меры техники безопасности – ведь многие вещества, используемые в качестве противоморозных добавок, агрессивны по отношению как к человеку, так и к среде его обитания. Пренебрежение элементарными правилами техники безопасности привели к многочисленным случаям производственного травматизма – зачастую люди даже не подозревали, с какими опасными веществами им приходится работать.

При транспортировании, хранении и работе с противоморозными добавками необходимо соблюдать следующие требования техники безопасности.

Жидкий нитрит натрия (НН) представляет собой непожароопасное вещество, но кристаллический – пожароопасен. Он способен поддерживать огонь или вызывать воспламенение горючих веществ, в некоторых случаях даже при трении или ударе. Температура его термического разложения $+310^{\circ}\text{C}$. Он может вызвать горение при взаимодействии с легкогорючими органическими материалами – соломой, опилками, хлопком и т.д. Его смеси с солями аммония или цианидами склонны к самопроизвольному взрыву. Дерево, ткани и другие органические материалы, пропитанные водным раствором (НН), после высыхания становятся пожароопасными и трудногасимыми.

Совместное хранение кристаллического нитрита натрия с легковоспламеняющимися газами и жидкостями, органическими веществами, горючими материалами, веществами на спиртовой и гликолевой основе, радиоактивными веществами, а также едкими, коррозионно агрессивными и взрывчатыми веществами воспрещается. Для предотвращения пожаров в местах его хранения категорически запрещаются курение и применение открытого огня, следует также исключить возможность коротких замыканий и искрений в электрооборудовании. Склад должен быть обеспечен противопожарным водопроводом и противопожарным инвентарем.

Кристаллическая мочеви́на (М) также является очень пожароопасным продуктом, имеет температуру вспышки $+182^{\circ}\text{C}$. Ее хранение разрешается в отдельных складах с несгораемыми стенами, полом, потолками и дверьми не ниже 1-й степени огнестойкости (железобетонный подземный погреб со стальной дверью). Средства тушения – химическая и воздушно-механическая пена, водяной пар, азот, углекислота. Все вышесказанное относится и к кристаллическому НКМ.

Неопасными в пожарном отношении являются П, ХК, ХН, НК, НКХ.

Запрещается готовить, хранить или принимать пищу в помещениях, где хранятся добавки или приготавливаются их водные растворы. Необходимо остерегаться даже малых доз добавок, содержащих нитраты (НН, ННК, ННХК), в пищу и на кожу.

В отделениях приготовления растворов добавок и бетонной смеси необходимо предусматривать приточно-вытяжную вентиляцию, а при необходимости – местные отсосы. При работе с НН, ННК, П, НК, НКМ следует обеспечивать 10 – 15-кратный воздухообмен. Лаборатории, устанавливающие концентрацию (плотность) растворов добавок, необходимо оборудовать вытяжными шкафами. При длительном пребывании рабочих в плохо вентилируемых помещениях несоблюдение требований по предельно допустимой концентрации нитритов в воздухе вызывает головные боли, общую слабость, быструю утомляемость, потерю аппетита, расстройство сна, боли в конечностях, характерные воспалительные изменения кожи, кистей, стоп с пузырьковыми высыпаниями, трещинами и нагноениями.

Перед допуском к работе рабочие должны обязательно пройти инструктаж по технике безопасности при работе с добавками. Их знания должны быть проверены, о чем делается соответствующая запись в специальном журнале.

К работе с добавками могут допускаться рабочие, прошедшие медицинское освидетельствование и обученные безопасным методам работы с химикатами. К работе с НН, ННК, П, НК, НКМ можно допускать только лиц не моложе 18 лет. В случае нарушения кожного покрова (садины, ожоги, царапины, раздражения), поражения век и глаз рабочие должны быть немедленно отстранены от работ.

Приготовление растворов добавок не разрешается без спецодежды из водоотталкивающей ткани, очков, утепленных резиновых сапог и перчаток.

Нитрит натрия и комплексные составы на его основе ядовиты. Попадание всего 3 г нитрита натрия в организм человека вызывает тяжелейшие поражения, опасные для жизни: головокружение, рвоту, бессознательное состояние, расширение кровеносных сосудов, образование в крови метгемоглобина. Длительный контакт с веществами, содержащими в своем составе 3 и более процентов нитрита натрия, через 3 – 5 месяцев вызывает общую слабость, быструю утомляемость, головные боли, локализующиеся в височной области, потерю аппетита, тянущие боли в суставах и конечностях.

Характерные признаки нитратного отравления – слабость, тошнота, головокружение, ухудшение зрения, посинение кончиков пальцев рук и ног, а также кончика носа. При отравлении пострадавшего следует немедленно госпитализировать, а до приезда врачей обильно поить водой (без соды!) и любыми способами вызывать рвоту.

С целью предотвращения случаев отравления склады для хранения кристаллического нитрита натрия нужно размещать в отдельно стоящих зданиях, а концентрированные растворы жидкого нитрита натрия и НК — на отгороженных площадках, куда вход посторонним воспрещен. На емкостях, предназначенных для приготовления, хранения, перевозки и переноски кристаллических продуктов и водных растворов НК, НК, НКХ, НКХМ, должны обязательно присутствовать надписи «Опасно» и «Яд». Приготавливать растворы нитрита натрия можно только в специально выделенных для этой цели помещениях без доступа посторонних. Процесс растворения кристаллических добавок на нитрооснове следует проводить в закрытых механизированных установках с минимальным числом работающих. Процесс загрузки соли необходимо максимально герметизировать и механизировать.

Подача водных растворов нитрита натрия и НК в расходные емкости и бетоносмесители должна производиться по трубопроводам. Переноска растворов вручную на строительную площадку допускается только в исключительных случаях. Для этого следует использовать герметично закрывающиеся емкости, заполняемые не более чем на три четверти.

К работам с нитритом натрия и НК, в том числе к погрузочно-разгрузочным и вспомогательным (обслуживание помещений, оборудования и т.д.), а также к работам по приготовлению, транспортированию и укладке бетонной смеси следует допускать только лиц, прошедших специальное обучение и инструктаж.

Нельзя допускать слив растворов нитрита натрия, НК, НКХ, НКХМ, НКХМ в водоемы санитарно-бытового пользования.

Нитрит натрия и НК в водных растворах с кислой средой ($\text{pH} < 7$) разлагается с выделением газообразных продуктов, в том числе отравляющих газов NO и NO_2 . Предельно допустимая концентрация оксидов азота в пересчете на NO_2 в рабочей зоне составляет 5 мг/м^3 . К разложению нитрита натрия и НК может привести также смешивание их водных растворов с кислотами, а также с солями, имеющими кислую реакцию.

Безопасное проведение процесса приготовления раствора смеси технического лигносульфоната с нитритом натрия зависит от концентрации растворов обоих компонентов, порядка введения их в воду и температуры растворов. Опасное для здоровья людей количество газов выделяется при приготовлении водного раствора добавок в том случае, если растворы применяются в концентрированном виде, в горячем состоянии и если первым

растворяемым компонентом является технический лигносульфонат, а не нитрит натрия.

Практически полностью исключается образование опасных газов при приготовлении растворов в том случае, если в емкость подается концентрированный раствор нитрита натрия, даже подогретый до 60 – 70°C. Он перемешивается с водой и доводится до нужной концентрации барботированием воздуха. Затем туда вводится концентрированный раствор лигносульфоната.

Смешение пластификаторов на основе технических лигносульфонатов (ССБ, СДБ, ЛСТ, ЛТМ, ЛСТМ, ЛСТМ-2, НЛК-1, НЛК-2, МТС-1, НИЛ-20, Окзил и т.д.) с нитритом натрия, ННК, ННХК, ННКМ, ННХКМ при любом способе приготовления становится безопасным для здоровья, когда лигносульфонаты имеют щелочную реакцию с $\text{pH} > 8$, полученную как в процессе их изготовления, так и путем дополнительного подщелачивания едким натром.

В целях безопасности следует обязательно предусматривать индивидуальные трубопроводы и насосы для подачи растворов нитратов (концентрированных и разбавленных), исключающих возможность даже случайного смешения этих солей с растворами технических лигносульфонатов. Емкости перед заполнением растворами, содержащими нитриты, необходимо тщательно промывать водой, а если в них ранее хранились кислоты или другие продукты, имеющие кислую реакцию, то предварительно пропаривать.

Поташ относится к категории солей с сильно выраженными щелочными свойствами. Поэтому следует остерегаться попадания поташа или его водных растворов, особенно концентрированных, на кожу и в глаза. При попадании в организм поташ вызывает очень сильное раздражение дыхательных путей с непрекращающимся кашлем и кровавыми мокротами, конъюнктивит, острые желудочно-кишечные заболевания, изъязвление слизистой оболочки носа.

Хлорид кальция (ХК), хлорид натрия (ХН) и мочеви́на (М) не обладают токсичными свойствами. При попадании этих веществ или их растворов на кожу необходимо просто смыть их водой.

8. НАИБОЛЕЕ ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ ПО ПРОТИВОМОРОЗНЫМ ДОБАВКАМ

8.1. Какие документы регламентируют применение химических добавок в строительстве?

В Украине таким документом является ДБН В.2.7-64-97 «Правила применения добавок в бетонах и строительных растворах», а также ДСТУ Б В.2.7-65-97 «Добавки для бетонов и строительных растворов».

8.2. Сколько всего химических противоморозных добавок разрешено к применению украинским строительным законодательством?

Разновидностей противоморозных добавок много. Но только десять из них официально разрешены к применению в строительстве на уровне государственных стандартов Украины и России, а именно:

- 1) (АВ) – аммиачная вода;
- 2) (НН) – нитрит натрия;
- 3) (ННХК) – нитрит-нитрат-хлорид кальция;
- 4) (НКМ) – нитрат кальция с мочевиной;
- 5) (П) – поташ;
- 6) (ННК) – нитрит-нитрат кальция;
- 7) (НК) – нитрат кальция;
- 8) (М) – мочевиная;
- 9) (ХН) – хлорид натрия;
- 10) (ХК) – хлорид кальция.

8.3. Слышал, что очень хорошей противоморозной добавкой является простая хлорка. Так ли это?

Действительно, хлорная известь в быту, именуемая хлоркой, раньше очень активно использовалась в качестве противоморозной добавки. На ее водной вытяжке затворяли бетон еще при строительстве Днепрогэса. Но из-за ядовитости (при нагревании ее водных растворов, использовании подогретой воды или заполнителей выделяется свободный хлор) в настоящий момент она не применяется.

Ее использование в помещениях, где впоследствии могут находиться люди, запрещено. В перечень разрешенных к применению в строительстве веществ она не включена.

8.4. Почему из 10 разрешенных к применению в строительстве противоморозных добавок в розничной продаже можно встретить только две?

За исключением хлорида натрия и хлорида кальция, все добавки обладают сильно выраженными побочными действиями. Они или ядовиты, или пожароопасны, или взрывоопасны, или являются едкими щелочами. На работу с подобными веществами необходимы специальные лицензии и разрешения. Поэтому торгующие организации, чтобы не отягощать себя излишними хлопотами, просто не берутся их реализовывать в розницу. Кроме того, в соответствии с отечественным законодательством лицензии на работу с ядовитыми, пожаро- и взрывоопасными веществами частным предпринимателям не выдаются.

Летом 2003 г. в Моздоке террористы взорвали военный госпиталь, много людей погибло. В радиусе километра от взрыва были выбиты окна и сметены стены деревянных домов. Причиной столь страшных разрушений стал грузовик со взрывчаткой – всего одной тонной натриевой селитры (NH_4), пропитанной дизельным топливом.

8.5. Чем различаются импортные и отечественные противоморозные добавки?

Если речь идет о противоморозных добавках, то на уровне химизма протекающих процессов особой разницы между отечественными и зарубежными препаратами нет – физические законы одинаковы везде. Из всех применяемых в строительстве добавок для противоморозных рекомендуемые дозировки самые большие – достигающие до 10 – 15% от массы цемента. Поэтому для них экономический фактор становится определяющим. И любое, пусть самое раскрепасное, но специально синтезированное вещество не может на равных конкурировать по цене с крупнотоннажной продукцией химических комбинатов – хлоридами, сульфатами, сульфитами, нитратами, нитритами и т.д.

Если веществом свободно торгуют в розницу, если заведомо предполагается его возможное неквалифицированное применение, значит, оно безвредно. В сухом виде таковыми могут быть только хлориды или их смеси, в жидком – индивидуальные нитраты (без примесей нитритов). Наиболее популярной импортной рецептурой, которую под разными торговыми марками выдают за различные добавки, является смесь хлоридов натрия, кальция, алюминия и магния в различных соотношениях.

Весьма показательны в этом плане исследования чешских ученых. Проанализировав несколько десятков различных противоморозных добавок, произведенных разными производителями и в разных странах, они пришли к заключению: «... за

многообразием громких и красивых коммерческих названий скрывается десяток тривиальнейших химических веществ, а степень их декларируемой эффективности зависит от раскрученности бренда фирмы производителя, степени бесстыдства рекламного сопровождения и уровня его финансового обеспечения.»

Но в условиях индивидуального строительства очень часто именно импортные противоморозные добавки значительно более эффективны по сравнению с отечественными, даже с учетом их более высокой стоимости.

Во-первых, как правило, они снабжаются достаточно подробной инструкцией по применению, содержат рекомендации по оптимальной дозировке в зависимости от крепости мороза, расфасованы в мелкую тару и, вообще, даже качеством и красочностью рекламно-сопроводительных материалов и упаковки вселяют уверенность в завтрашнем дне и успешном завершении строительства.

Во-вторых, практически все противоморозные добавки импортного производства являются многокомпонентными. Их составляющие способны к взаимному усилению и дополнению друг друга и уменьшению возможных побочных эффектов.

В-третьих, импортные составы, как правило, полифункциональные. Помимо противоморозных там обязательно присутствуют и другие добавки, регулирующие реологические характеристики бетона или раствора: пластификаторы, гидрофобизаторы, микропенообразователи, стабилизаторы, коьмататоры и т.д. Они не только значительно улучшают качество бетона или раствора сами по себе, но и создают оптимальные условия для наиболее эффективной работы собственно противоморозной составляющей.

Все вместе это обеспечивает мощную «защиту от дурака» — как бы вы ни старались, используя импортные противоморозные добавки, наверняка получите «неизменно превосходный результат».

Но если предполагаются большие объемы работ, строители располагают хотя бы самым минимальным объемом знаний по противоморозным добавкам (например, на уровне настоящего издания), а заказчик способен разумно формировать затратную часть своего бюджета, отечественные препараты ничуть не хуже.

Избавиться от преклонения перед Западом, хотя бы в плане применения химических добавок в строительстве, и научиться правильно анализировать фактор цена/эффективность Вам поможет книга «Строительные мифы и заблуждения» серии «Эффективное строительство. Секреты мастерства».

8.6. Какая противоморозная добавка является самой популярной в условиях промышленного производства?

На выбор типа добавки для применения в промышленных условиях, с его объемами, особенностями местных заполнителей и вяжущих, среднесуточными температурами

и т.д., влияет множество факторов. А большое транспортное плечо часто вынуждает применять добавки местного производства, пусть они в чем-то и хуже других.

Поташ при всех его отрицательных качествах — наиболее приемлемое решение для Восточной Сибири — рядом находятся крупнейшие в мире глиноземные комбинаты, для которых он — сопутствующий продукт.

Нитросоединения — лучшее решение для европейской части России, Украины и Беларуси. Здесь сосредоточено азотно-туковое производство, для которого многие из них являются побочным продуктом или, вообще, техногенным отходом.

Особенности строительства и последующего использования некоторых объектов также побуждают соответствующим образом подходить к выбору противоморозных добавок. Водотранспортные сооружения, например, в обязательном порядке покрываются дополнительной гидроизоляцией. Она же способна предотвратить быстрое испарение аммиака и вымораживание наружного слоя бетона при использовании аммиачной воды, цена которой — копейки. Бетон на аммиачной воде способен длительно противостоять биологической коррозии и не обрастает водорослями и микроорганизмами. Поэтому практически все гидромелиоративные сооружения европейской части Советского Союза построены с ее помощью.

Огромное, если не решающее значение на выбор вида добавки имеют и объемы производства. Если они большие, есть смысл организовывать специальные участки или цехи, в которых добавки принимаются, хранятся и дозируются. ННХК при всех его положительных качествах имеет существенный минус — он поставляется железнодорожными цистернами в виде растворов слабой концентрации. Не каждое предприятие способно принимать и использовать добавки вагонными нормами.

Хлорид кальция или нитрит натрия хоть и дороже, но поставляются в сухом виде, мешками. И любой растворный узел или небольшая стройка способны организовать их применение.

8.7. Какая противоморозная добавка является самой популярной в индивидуальном строительстве и ремонте?

Хлористые соли кальция, натрия или их смеси. Главный их недостаток — при невыполнении определенных мероприятий возможна коррозия арматуры. Для индивидуального строительства, где практически невозможно обеспечить производство конструкций с преднапряженной арматурой, этот недостаток не является определяющим.

8.8. Хлорид кальция вызывает коррозию арматуры, и поэтому его не применяют на заводах ЖБК. Так ли это?

Да, все хлористые соли вызывают коррозию стальной арматуры, закладных деталей и оборудования. Ее величина в основном зависит от степени проницаемости бетона для влаги. Поэтому в обычном железобетоне нормативные документы

предписывают обеспечивать сокрытие арматуры слоем бетона толщиной не менее 20 мм, тщательно его уплотнять и применять гидрофобизирующие добавки. Все вышеперечисленные мероприятия легко выполнимы при соблюдении элементарных требований технологии приготовления бетонов, грамотном подборе их составов и добросовестности исполнителей.

Исходя из местного мягкого климата, при производстве обычного, не преднапряженного железобетона зарубежные технологии и оборудование в подавляющем большинстве рассчитаны на использование в качестве противоморозной добавки хлорида кальция. А некоторые зарубежные специалисты расценивали старания советских бетоноведов по изысканию новых противоморозных добавок как «... жалкие потуги сибирского медведя приготовить на бочке пороха похлебку из мухоморов». Делать подобные выводы очень легко, сидя на берегу теплого океана. Гораздо сложнее построить полстраны на вечной мерзлоте, да еще в условиях, когда хронически не хватает денег.

Совершенно иная картина коррозии наблюдается в так называемом преднапряженном железобетоне. В нем используется специальная высокопрочная арматура, очень чувствительная к локальной, точечной коррозии: она просто лопаются. А именно такой характер поражения имеет место при хлоридной коррозии арматуры в бетоне. Подавляющее большинство известных аварийных обрушений конструкций из-за коррозионного растрескивания высокопрочной арматуры связано именно с локализованной хлоридной коррозией. Их первопричиной послужили заполнители, случайным образом и неравномерно загрязненные хлоридами, либо их неквалифицированное применение.

Кроме хлоридов растрескиванию высокопрочной арматуры способствуют нитраты, сульфаты, сульфиды, роданиды и некоторые другие соли. Опасность возрастает с повышением температуры и концентрации. Детальные исследования по этому вопросу не проводились. Поэтому разработчики нормативной документации перестраховались и вообще запретили применять хлориды для преднапряженных конструкций. Более того, не разрешается использовать для армирования термически упрочненную высокопрочную сталь, если конструкции в процессе эксплуатации могут подвергаться воздействию хлоридов, нитратов, роданидов, сероводорода и блуждающих токов.

8.9. Каким образом можно уменьшить коррозию арматуры при использовании хлоридов натрия и кальция?

В воде, находящейся в капиллярах и крупных порах цементного камня, растворены различные вещества, но среди них больше всего — перешедшего из цемента гидроксида кальция. Именно он обуславливает высокую щелочность раствора, характеризуемую показателем концентрации водородных ионов $\text{pH}=12...13$. При столь высоком pH на поверхности стали образуется тонкая защитная пленка из

нерастворимых оксидных соединений, предохраняющих ее от коррозии. Чем выше щелочность окружающей водной среды, тем меньше растворимость оксидной пленки и, соответственно, выше ее защитные свойства. Происходит так называемое щелочное пассивирование железа.

Если бетон или раствор уложены неплотно, углекислый газ и атмосферная влага проникают вглубь цементного камня. Углекислота, взаимодействуя с растворенными гидроксидами (этот процесс называется карбонизацией), снижает щелочность в результате химических реакций, а влага попросту их вымывает или разбавляет.

Уменьшение щелочности до $\text{pH}=11$ провоцирует начало разрушения железа в бетоне, а дальнейшее ее снижение, до $\text{pH}=5\ldots 10$, вызывает столь сильную коррозию, что она уже становится опасной для целостности конструкции.

В обычном бетоне или растворе, изготовленных и уплотненных с соблюдением элементарных строительных норм и эксплуатируемых на воздухе с относительной влажностью ниже 60%, доступ углекислоты и влаги сильно затруднен. В месте расположения железной арматуры или закладных элементов бетонной конструкции щелочность практически никогда не опускается ниже $\text{pH}=11.5$, поэтому они и не корродируют.

Некоторые вещества способны изменить численные показатели щелочности, при которой начинается коррозия железа. Ионы хлора и серная кислота ее поднимают, нитриты, хроматы и бихроматы — понижают.

При вводе в состав бетона или раствора хлористых солей — хлорида натрия или кальция — до 2% от массы цемента pH раствора, при котором начинается коррозия, увеличивается весьма незначительно. Никаких дополнительных мер по предохранению железа от коррозии обычно не требуется. Поэтому в бетоноведении считается, что хлориды способствуют возникновению опасной коррозии железа в бетоне только в концентрациях более 2%. Если же исходя из строительно-технических условий требуется вводить повышенное их количество, то надлежит в обязательном порядке предусмотреть защиту от коррозии.

С целью недопущения проникновения углекислоты и влаги применяют меры по дополнительному механическому уплотнению бетона — вибрацию, вибрацию с пригрузом, центрифугирование, вакуумирование и т.д. Обычно эти мероприятия проводят в комплексе с уменьшением водоцементного соотношения и (или) увеличением подвижности бетона при помощи пластификаторов-разжижителей. Другой способ — плотная и микрокристаллическая структура цементного камня формируется при помощи добавок-уплотнителей. Обычно это нитраты.

Предотвратить доступ влаги к арматуре через толщу бетона можно и добавками-гидрофобизаторами. Они же сформируют замкнутую пористость капилляров, а в повышенных дозировках вообще их перекроют.

Нейтрализовать действие хлор-ионов можно при помощи ингибиторов коррозии: нитрита натрия (НН), буры (тетраборат натрия десятиводный -ТБН), бихромата натрия (БХН), бихромата калия (БХК).

Как пример совместного использования всех перечисленных добавок можно привести широко применяемый в промышленности комплекс СЗ+ННХК+СНВ. В нем суперпластификатор-разжижитель СЗ дополнен гидрофобизатором – абиетатом натрия (СНВ). Ускорителем-противоморозной добавкой является хлорид кальция, его ингибирует нитрит кальция, а уплотняет бетон – нитрат кальция из трехкомпонентного ННХК.

8.10. Какие противоморозные добавки следует применять, когда неизвестны марка и происхождение цемента?

Противоморозные добавки на нитрооснованиях (нитрит натрия, нитрат кальция, мочевины, а также их смеси) очень чувствительны к конкретному минералогическому составу цемента, в частности, к содержанию трехкальциевого алюмината. В зависимости от его количества их эффективность меняется.

Хлористый кальций и смеси на его основе в дозировках, превышающих 3%, также не рекомендуется применять с высокоалюминатными цементами из-за возможности возникновения очень опасной хлоралюминатной коррозии.

Поэтому, если происхождение цемента неизвестно, вызывает сомнение или произошло смешение цементов различных производителей, следует очень внимательно подходить к выбору противоморозной добавки и стараться работать с минимальными дозировками.

8.11. Какие есть иные методы зимнего ведения работ кроме использования химических противоморозных добавок?

Гидратация цемента сопровождается выделением тепла. Его количество настолько велико, что твердеющий бетон способен сам себя обогревать. Если ему еще немного «помочь» путем предварительного подогрева заполнителей и воды, а теплоту сохранять при помощи теплоизоляции, то можно вообще обойтись без специальных противоморозных добавок. Этот метод зимнего бетонирования получил название «метод термоса». Главный его недостаток – бетонизируемый массив должен быть достаточно объемным и компактным, чтобы тепловой баланс между выделением тепла и потерями в окружающую среду имел положительную величину. По этому методу

возводят массивные бетонные конструкции — фундаменты, основания, крупноразмерные несущие конструкции и др.

Поддержать оптимальную температуру малоразмерных бетонных конструкций на период набора ими критической прочности можно также при помощи постоянного ввода тепла извне. Для железобетона это проще всего организовать пропуская электрический ток через арматуру. Этот метод называется «электропрогрев бетона». Его недостатки: требуются специальные понижающие трансформаторы и большой расход энергии.

Наиболее оптимальным считается комбинация всех методов зимнего бетонирования. Противоморозные добавки вводятся в пониженных концентрациях, обеспечивающих только компенсацию замедляющего эффекта пластификатора, незначительного ускорения твердения и, в случае применения нитратов, ингибирования арматуры. Бетонная смесь предварительно подогревается и укладывается в теплоизолирующую опалубку. В тело бетонной конструкции укладываются специальные термодатчики, контролирующие ее температуру. Отслеживая их показания, ток периодически подают на арматуру и не позволяют конструкции охладиться ниже определенного предела. В сходных условиях находятся и контрольные образцы. По достижении ими критической прочности электроподогрев бетона прекращают. Подобный метод, хотя и достаточно сложный, позволяет получить значительную экономию средств. Именно так были построены фундаменты, несущие колонны и стены филиала завода «Серп и молот» в г. Купянске в середине 60-х годов при температуре -25°C

8.12. Какой метод зимнего бетонирования наиболее приемлем для индивидуального строительства?

Строительный трест «Жилстрой-1», один из крупнейших в Харькове, имеет богатейший опыт строительства, в том числе и зимнего. Но сооружение нового православного храма с наступлением холодов он приостановил. Даже эти строители, имея за спиной опытных специалистов, строительные лаборатории, научно-исследовательские подразделения, достаточное финансовое обеспечение (на храмы денег никогда не жалели), решилишний раз не рисковать.

А вот заявление представителя треста «Позднякижилстрой» — одного из крупнейших строительных подразделений Киева: «... к применению различных добавок, как отечественных так и иностранных, относимся крайне осторожно, и только после их серьезной лабораторной проверки. Добавки применяем, в первую очередь, как метод снижения расхода цемента и минимизации усадочных явлений в бетоне (трест специализируется на монолитном домостроении — автор). Противоморозные добавки, без крайней на то нужды, стараемся не применять».

Прислушайтесь к мнению опытных строителей и Вы. Если строите для себя, оптимальное решение — дожидаться весны. Это самый лучший вариант «зимнего»

строительства. Если условия все таки вынуждают, попытайтесь обойтись подогревом заполнителей и бетона при помощи временных тепляков. Если и это невозможно, тогда уже решайтесь на применение противоморозных добавок.

8.13. Если началось потепление, следует ли продолжать вводить противоморозные добавки?

Обязательно. Даже при температуре $+5^{\circ}\text{C}$ схватывание цемента замедляется на несколько суток. А уложенный, но не схватившийся раствор при внезапном похолодании будет просто разорван на клочки замерзшей водой.

8.14. Когда, в соответствии со строительным законодательством, начинаются зимние условия работ?

В соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП) уже зимними считаются условия, когда среднесуточная температура не превышает $+5^{\circ}\text{C}$ или в течение суток возможно похолодание до 0°C .

8.15. Почему противоморозные добавки иногда называют ускорителями?

Противоморозные добавки правильнее было бы называть «Ускорители схватывания и твердения – противоморозные добавки». Именно так в научной литературе их и называют. Суть их работы заключается в ускорении схватывания цемента и формировании нужной структуры цементного камня до момента полного замерзания.

Они не борются непосредственно с замерзанием – они дают возможность цементу успеть отвердеть до момента, когда это произойдет.

8.16. Начиная с какой температуры рекомендуется применять противоморозные добавки?

Уже при температуре $+15^{\circ}\text{C}$ скорость схватывания цемента сильно замедляется. При $+5^{\circ}\text{C}$ она уже составляет несколько суток. При 0°C все процессы полностью останавливаются. Поэтому для ускорения строительства противоморозные добавки весьма желательно применять уже при $+10^{\circ}\text{C}$. Именно так в промышленном строительстве и делается.

8.17. Существуют ли особенности применения противоморозных добавок в условиях положительных температур?

Да, существуют. Все зависит от вида добавки.

Некоторые из них, например, поташ (П) и сульфат натрия (СН), очень плохо переносят «переход через ноль» как в одну, так и в другую сторону.

Почти все нитросоединения моносостава – нитрит натрия (НН), нитрат кальция (НК), мочевины (М) – рекомендуется применять только при устойчивых отрицательных температурах.

Многие противоморозные добавки теряют свою относительную эффективность как ускорители схватывания и твердения при положительных температурах. Исключение составляют хлориды, и в первую очередь – хлорид кальция (ХК). Использование его как ускорителя-модификатора лежалых, низкомарочных и шлакопортландцементов летом приносит даже большую экономическую выгоду, чем применение его в качестве противоморозной добавки зимой. Иными словами, применяя противоморозные добавки летом, Вы удешевляете, а зимой – удорожаете строительство.

Правильно распорядиться средствами Вам поможет книга «Особенности каменных и штукатурных работ в индивидуальном строительстве» серии «Эффективное строительство. Секреты мастерства».

8.18. Существуют ли особенности применения противоморозных добавок в условиях очень больших морозов?

При морозах ниже -15°C строительные нормы предписывают использовать только поташ (П) и нитрит-нитрат-хлорид кальция (ННХК).

Если не лезть глубоко в научные дебри и даже не упоминать о сольватах, то это можно объяснить тем, что с усилением мороза концентрацию противоморозных добавок тоже необходимо увеличивать. И многие из них уже не способны полностью растворяться при такой температуре и концентрации. По мере охлаждения они просто выкристаллизовываются из раствора и выпадают в форме осадка. Так, например, сколько бы мы ни внесли в раствор хлорида натрия (ХН), он все равно замерзнет при температуре -21.1°C , а нитрит натрия (НН) – при -19.6°C .

8.19. Во многих популярных изданиях для строителей утверждается, что наилучшей противоморозной добавкой является поташ. Так ли это?

Нет. Категорически нет.

Был такой знатный строитель, лауреат всевозможнейших премий, заслуженный рационализатор и т.д. некий А.М. Пиванов. Он специализировался на публикациях для практикующих строителей: «Штукатурные работы», «Полвека на штукатурных работах», «В помощь каменщику» и т.д. Противоморозным добавкам-ускорителям он уделял максимум 14 строк. А резюмировал фразой, набранной жирным шрифтом: «Лучшим ускорителем является поташ». И многие учебники для ПТУ приводят эту фразу как истину в последней инстанции.

Поташ при затворении водой дает едкую щелочь. Попадание его в глаза обеспечивает верную потерю зрения, на тело – язвы, на одежду – дырки. Его массовое применение на северных стройках, основную рабочую силу которых составляли заключенные, было обусловлено также и пренебрежением мерами техники безопасности.

Поташ несовместим с известью, а в повышенных концентрациях – с силикатным кирпичом и шлакопортландцементом. В составе штукатурных растворов разъедает изоляцию проводов. Боится «переходов через ноль» температуры, не рекомендуется для влажных помещений, запрещен для конструкций с динамическим характером нагрузки. В описании по применению поташа сплошные «нельзя».

Самое главное его преимущество – он единственно разрешенная противоморозная добавка при температурах ниже -25°C , другие на таком холоде уже просто не работают. (Последние исследования ученых утверждают, что это не совсем так, но в СНиПы никто изменений еще не вносил). Для суровых условий Крайнего Севера и Сибири он порою действительно лучший – других просто нет. И приходится мириться со всеми его недостатками.

В условиях более мягкого климата европейской части России, Украины и Беларуси намного более эффективны, дешевы и просты в применении другие добавки – нитраты, нитриты, хлориды и их смеси.

Именно применяя поташ многие строители поняли, что зимой лучше не строить. Попробуйте, и у Вас появится прекрасный шанс убедиться в этом на собственном опыте.

Об этом и о многих других укоренившихся заблуждениях можно прочесть в книге «Строительные мифы и заблуждения» серии «Эффективное строительство. Секреты мастерства».

В.20. Нитрит натрия применяется в качестве пищевой добавки. Почему же тогда утверждают, что он ядовит?

Да, действительно, выпускается специально очищенный нитрит натрия. Он так и называется – пищевой. В дозировке 7 г на 100 кг мяса используется при производстве сырокопченых колбас, мяса, балыков, придает им специфический цвет и способствует длительной сохранности.

И, хотя это вещество ядовито, столь малые концентрации особенно не вредят здоровому человеку. Но в ряде случаев врачи запрещают больным употреблять копчености, и в первую очередь – из-за наличия в них нитратов.

Дозировки НН как противоморозной добавки – в десятки тысяч раз выше. Соответственно, и вероятность случайного отравления им многократно возрастает.

Обычно это происходит следующим образом: рабочий грязной рукой или рукавицей утирает нос, через слизистые оболочки носа нитрат мгновенно попадает в организм, на завтра – сильные головные боли, тошнота и общее недомогание.

Предельно допустимая концентрация NH в воздухе рабочей зоны – 0.05 мг/м^3 . При ее превышении признаки отравления наступают не сразу, а через 3-5 месяцев: рабочие жалуются на быструю утомляемость, головную боль в височной области, боли в области сердца и суставов, онемение пальцев рук.

Случайный прием внутрь 3 г NH вызывает головокружение, рвоту, бессознательное состояние.

8.21. Можно ли в качестве противоморозной добавки применять поваренную соль?

Можно. Соль поваренная – это хлорид натрия (XN). Разрешена к применению строительным законодательством. По степени эффективности уступает хлористому кальцию, но все равно достаточно хороша и, главное, всегда под рукой. Недостаток – металл сильно корродирует, дает высолы и мокрые пятна на штукатурке.

В промышленном строительстве широко применяется смесь хлористого кальция и хлористого натрия ($\text{XN}+\text{XK}$). Первый, являясь мощным ускорителем гидратации алюминатной составляющей цемента, вступает в работу с момента затворения и быстро расходуется из раствора. Второй в это время поддерживает достаточную равновесную концентрацию электролитов и предупреждает преждевременное замерзание бетона до набора им критической прочности. Как ускоритель он больше ориентирован на силикатную составляющую цемента, гидратация которой происходит гораздо позже.

Добавка поваренной соли регулирует также образование высокохлоридной формы гидрохлоралюмината кальция, разрушающего бетон, изготовленный на высокоалюминатном цементе с повышенными дозировками хлорида кальция.

Но в любом случае категорически стоит воздержаться от применения соли поваренной технической, если доподлинно не известно ее происхождение. Очень часто это самосадочная соль из соляных озер. Такая соль в своем составе имеет до 10% сульфатов. И обильные высолы на поверхности будут Вам обеспечены наверняка.

8.22. Можно ли в качестве добавки использовать песчано-солевую смесь, применяемую коммунальными службами при гололеде?

Нет. Мы неоднократно пытались узнать состав химических реагентов ее составляющих. Никто ничего толком ответить не мог. Обычно коммунальщики и сами ничего не знают, мешают все подряд, где чего найдут подешевле – лишь бы наледи убирать.

ло. Если идут централизованные поставки на крупные дорожно-эксплуатационные участки (ДЭУ) юга и востока Украины, то это самосадочная соль с озера Сиваш. Если недалеко развалившийся колхоз – дорожники не побрезгуют и старыми залежами удобрений.

В крупных городах сейчас начали использовать жидкие растворы антиобледенителей. После длительных натурных испытаний дорожники остановились на водном растворе смеси хлористого кальция и магния. Примерно такой же состав используется и в зарубежной практике. Такие составы можно с успехом применять в строительстве. Порядок их использования – как для водных растворов хлористого кальция.

8.23. Можно ли использовать горячую воду из систем централизованного отопления?

В системах централизованного отопления применяется специальная умягченная вода – для повышения эффективности работы насосов, уменьшения коррозии трубопроводов и предотвращения образования накипи в котлах. В качестве реагента-умягчителя применяется технический хлорид натрия в очень слабой концентрации.

Дальше решение принимайте сами.

8.24. Можно ли предотвратить замерзание готового раствора или бетона, завезенного с растворного узла, при помощи хлористого кальция?

В зависимости от крепости мороза и вида имеющейся противоморозной добавки на куб бетона необходимо добавить ее 5-30 кг, причем добавить таким образом, чтобы она была равномерно распределена по всему объему в форме водного раствора.

Если бетон привезли миксером, то проще всего добавку развести в минимальном количестве воды, вылить в смеситель, дать водителю на пиво, и пусть он его минут 10-15 поколотит.

Если пару кубов Вам плюхнули на землю из самосвала, то без дополнительного перемешивания, ручного или в бетономешалке, уже не обойтись.

В любом случае обязательно уточните состав бетона у водителя или диспетчера растворного узла. Очень часто РБУ автоматически переходят на выпуск растворов и бетонов с противоморозными добавками по достижении определенной средне-суточной температуры.

8.25. Можно ли уже готовый, но замерзший раствор «разморозить» при помощи химических добавок?

Нет. Противоморозные добавки – это средство предотвратить преждевременное замерзание. И они бессильны, если это уже случилось.

8.26. Можно ли использовать в индивидуальном строительстве растворы противоморозных добавок, применяемых на промышленных растворных узлах?

Да. Но необходимо точно знать их плотность или проверить это самостоятельно. А исходя из известных цифр и ожидаемой среднесуточной температуры, с помощью специальных справочников назначать расход.

Кроме того, следует соблюдать меры безопасности, т.к. практически всегда это комплексные смеси на основе пластификаторов, гидрофобизаторов, нитрит-нитратов, хлоридов и сульфатов.

8.27. Каковы особенности применения противоморозных добавок при производстве тротуарных камней и элементов мощения?

Большинство специализированных фирм, занимающихся продажей технологии изготовления, оборудования, красителей и добавок для производства тротуарных камней, не заинтересованы в распространении информации об истинных возможностях модификаторов бетона. Некоторые из них вообще основную прибыль делают на продаже пластмассовых форм. Все остальное только способствует этому.

Все противоморозные добавки – мощные ускорители схватывания и твердения бетона. Их применение позволяет использовать низкомарочные и «лежалые» цементы, отказаться от пропарки и увеличить отпускную прочность изделий, экономить цемент, минимизировать высолкообразование, получать раннюю распалубочную прочность, ускорить оборачиваемость форм и, соответственно, уменьшить их количество. Обширнейший опыт, накопленный промышленностью сборного железобетона, ярко и очень убедительно это подтверждает.

Кроме того, при естественном твердении (температура – 15-30°C и влажность – 25-60%) через несколько часов после укладки бетон без добавок-ускорителей способен потерять до 40% воды затворения за счет испарения, охладившись при этом на 6-12°C. Для тонкостенных и малоразмерных конструкций, которыми являются тротуарные камни, а также для дорожного бетона, уложенного в жаркую погоду без надлежащих мер по уходу за ним, – это типичное явление. Преждевременное испарение влаги прекращает гидратацию цемента и набор прочности – до 20% цемента попросту исключаются из работы. Вследствие интенсивной миграции

испаряющейся влаги в бетоне его структура разрыхляется, формируется направленная капиллярная пористость по всей толщине изделия или покрытия. Это снижает прочность и особенно морозостойкость. Через несколько зим подобный бетон обычно разрушается полностью. Кроме того, еще на стадии твердения образуются обильные высолы.

По совокупности налагаемых требований и особенностей технологии производства для изготовления элементов мощения наиболее подходит комплекс ЛСТМ-2 + (ХК+ХА+НК) + СНВ + МЦ + олеат натрия.

Доступный и недорогой модифицированный лигносульфонат (ЛСТМ-2), в повышенных дозировках мало уступающий суперпластификаторам, позволяет получать подвижные смеси при малом В/Ц. При этом заметно снижается скорость твердения. Но хлористый кальций (ХК), мощный ускоритель твердения, не только нормализует, но и подстегивает процесс, позволяет цементу полнее прогидратировать как до момента замерзания – зимой, так и обезвоживания – летом. Являясь сильно гигроскопичным веществом, он также поддерживает высокую внутреннюю влажность бетона и не допускает очень быстрого его обезвоживания в жару, когда вода стремительно испаряется, и в мороз, когда она вымораживается с поверхности вглубь конструкции. Это предотвращает образование направленной капиллярной пористости.

Особенности производства позволяют существенно сократить начало и длительность схватывания – бетон не нужно никуда возить, его изготовление и применение обычно сосредоточены в одном месте. Хлористый алюминий (ХА) корректирует их нужным образом и отдает «высвободившееся» время на набор прочности.

Нитрат кальция (НК) уплотняет бетон. Это способствует его ускоренной самокальматации (самозакупориванию порового пространства, карбонизирующемуся на воздухе гидроокисью кальция) и предотвращает высолообразование на стадии эксплуатации. Кроме того, комплекс (ХК+ХА+НК) не только увеличивает прочность готового изделия на сжатие в 1.5 - 2.0 раза, но и скорость ее набора, особенно в раннем возрасте. Это позволяет производить расформовку уже через 12 - 18 часов без сколов и дефектов. Взамен высокомарочных становится возможно применение низкомарочных цемента и даже шлакопортландцементов. Соли кальция и алюминия, в отличие от солей натрия, практически полностью вступают в химические реакции с цементом и не вызывают последующего высолообразования сами по себе, при капиллярном водоподсосе. Они также уменьшают истираемость и несколько увеличивают ударную вязкость и прочность на изгиб, что немаловажно для дорожного бетона и элементов мощения.

При работе с подвижными смесями, но при малом В/Ц абиеатат натрия (СНВ) уже не способен к дополнительному большому воздухововлечению и, соответственно, снижению прочности готового изделия. Он ограничивается диспергированием воздуха, захваченного случайным образом и оставшегося в порах заполнителей. Но этого вполне достаточно для придания бетону замкнутой микропористости. В результате морозостойкость увеличивается в несколько раз. Гидрофобизируя поры и капилляры, он минимизирует высолообразование, вызываемое капиллярным водоподсосом и выносом растворимых солей из бетона и подстилающего грунта на поверхность в процессе эксплуатации.

Олеат натрия – также мощный гидрофобизатор. Будучи введенным в бетон, в щелочной среде быстро завершает обменную реакцию с ионами кальция, превращаясь в водонерастворимую модификацию. Он становится уже не способным к воздухововлечению, но пластическую вязкость бетонной композиции повышает, причем настолько существенно что, даже применяя одночастотное вибровоздействие, удастся «вывести» крупные пузырьки воздуха с наружной поверхности вглубь и не портить фактуру лицевой поверхности камней.

Метилцеллюлоза (МЦ) – мощный водоудерживающий реагент (часто ее вполне может заменить обычный бентонит) – минимизирует затраты на уход за бетоном на стадии твердения. Летом она предотвращает его раннее обезвоживание от испарения, а зимой – от направленного вымораживания и следующих за этим критического снижения прочности и морозостойкости. Она позволяет отказаться от влажного или водного хранения изделий на период набора прочности.

Иногда реальные условия эксплуатации дорожного бетона и элементов мощения должным образом не отражаются в нормативных требованиях, налагаемых на них. Так, например, нормируемые показатели по морозостойкости реалии жизни требуют заменить на более жесткие по морозосолеустойкости – дороги-то зимой у нас чистят техническими хлоридами. В результате бетон, соответствуя всем требованиям по морозостойкости, все равно разрушается через пару лет. Особенно это заметно на мощении из тротуарных камней, расположенном вблизи проезжей части центральных улиц, – там, где дороги чистят. Противоморозные добавки, частично оставаясь в поровом пространстве бетона в форме растворов электролитов, существенно меняют механизм нарушения его структуры при попеременном замораживании и оттаивании. В то же время при замораживании обычного бетона, поры которого насытились раствором антиобледенителя, примененного дорожными службами, имеет место переохлаждение и замерзание этого раствора в уже промерзшем бетоне с возникновением гидростатического давления и ускоренным разрушением материала вследствие этого; в бетоне с противоморозными добавка-

ми, жидкая фаза которого представляет собой раствор электролита, возможность переохлаждения порового пространства значительно уменьшена. Соответственно, и морозостойкость увеличивается.

Конечно, на стадии кустарного или полукустарного производства (а именно эти способы в основном преобладают при производстве отечественных модификаторов) обеспечить столь разноплановую работу многокомпонентной добавки сложно. Еще сложнее обеспечить текущий контроль качества получаемого продукта и его соответствие заявленным параметрам. Но если учесть, что импортные составы насчитывают порой до 30 ингредиентов, то следует согласиться, что создание многокомпонентных и полифункциональных рецептур – единственно верное решение.

Более полную информацию по данной теме можно почерпнуть в книге «Особенности производства малых архитектурных форм и элементов мощения» из серии «Эффективное строительство. Секреты мастерства».

8.28. Что такое комплексные противоморозные добавки и чем они отличаются от традиционных?

На стойкость цементных композиций к воздействию отрицательных температур на стадии схватывания, твердения и эксплуатации влияют много факторов: водоцементное соотношение, скорость гидратации клинкерных минералов, водопоглощение, капиллярный водоподсос и т.д.

Откорректировать эти показатели одной какой-то добавкой практически невозможно – необходима их комбинация. Ее компоненты в определенно подобранных соотношениях способны усиливать действие друг друга. Соответственно, для достижения одинакового эффекта их понадобится гораздо меньше.

Чтобы правильно и наиболее эффективно подобрать эти соотношения, требуется соблюсти несколько начальных условий, главные из которых – минералогический состав цемента и заполнителей, их гранулометрия, а также учесть особенности данного производства и номенклатуру выпускаемой им продукции. Очень часто комплексные добавки создаются под конкретное предприятие с целью выжать из имеющегося сырья и оборудования максимум возможного. Поэтому они весьма избирательны в своем действии и при слепом копировании в других условиях могут зачастую разочаровать. На цементе одного завода они показывают блестящие результаты, а на цементе другого производителя – посредственные. На одном песке достигается нормируемая морозостойкость, а на другом – нет. Порой имеет значение даже порядок ввода добавки – в состав воды затворения или непосредственно в бетонную смесь.

Поэтому, принимая решение об использовании той или иной комплексной добавки, необходимо обязательно учитывать эти дополнительные условия ее наиболее эффективного применения. Из-за коммерческих соображений подобная информация особенно не афишируется, а по умолчанию подразумевается одинаковая эффективность в широком диапазоне условий применения. Консультация у грамотного специалиста поможет прочесть эту информацию «между строк» рекламного буклета.

Как пример можно привести одну комплексную добавку, в достаточной мере характеризующую сложность, возникающие перед исследователями при их создании: (СЗ+ЛСТ) + (ННХК+М) + (СНВ+альгинат натрия). В ней за счет эффекта взаимного усиления дорогой суперпластификатор (СЗ) экономится дешевым лигносульфонатом (ЛСТ). Во второй составляющей хлорид кальция (ХК) ингибируется и бетон уплотняется нитрит-нитратом (НН), а возникающий при этом увод комплексных соединений в труднорастворимую форму регулируется мочевиной (М). В третьей составляющей коагуляцию воздухововлекающей добавки (СНВ) в присутствии ЛСТ предотвращает альгинат натрия. Он же частично кольматирует поровое пространство бетона.

8.29. Какой кирпич предпочтителен при зимних работах?

Если есть возможность выбора и позволяют строительно-технические условия, для работы зимой следует отдать предпочтение кирпичу, прошедшему обжиг. Такой кирпич жадно поглощает влагу из кладочного или штукатурного раствора и тем самым снижает его водоцементное соотношение. С уменьшением В/Ц увеличивается скорость схватывания и набора прочности, повышается эффективность противоморозных добавок.

Очень внимательно необходимо подходить к использованию облицовочного керамического кирпича. Порой он покрывается высолами еще на заводе, прямо на поддонах. Проблема высолообразования на керамическом кирпиче остро встала в последнее время. Ее истинные корни лежат не в технической, а в экономической плоскости, в особенностях отечественной рыночной экономики.

Научными исследованиями было установлено, что даже небольшие добавки лигносульфонатов к глине очень сильно повышают качество керамических изделий. Сырье теперь не нужно много лет вымораживать в естественных условиях. Существенно улучшается формуемость сырца, вполнину увеличивается прочность готовых изделий, настолько же снижается брак. Внешний вид и трещиноватость улучшаются кардинальнейшим образом. Увеличение количества добавки от нормируемого улучшает все эти показатели еще сильнее.

Поэтому не удивительно, что в отсутствие должного контроля со стороны соответствующих органов технические лигносульфонаты стали вводить в таких объемах, что они уже стали выполнять функции отошающих и выгорающе-порообразующих добавок. Но при этом абсолютно не учитывается (вернее, этот фактор не является определяющим в формировании источников прибыли кирпичных заводов) то, что технические лигносульфонаты, являясь техногенным крупнотоннажным промышленным отходом, очень сильно загрязнены побочными примесями. Редуцированные сахара, трудногидролизуемые полисахариды, минеральные и слабые органические кислоты, метиловый спирт, цимол, фурфурол, сульфиты и тиосульфаты, кальциевые и магниевые соли составляют до 30% их состава. Пройдя высокотемпературные превращения при обжиге, они частично улетучиваются, но большая их часть переходит в легкорастворимые соединения и остается в кирпиче. При малейшей возможности они заявляют о себе высолами на наружной поверхности кладки.

Более подробно об особенностях национального кирпичного производства читайте в книге «Особенности кладочных и штукатурных работ» серии «Эффективное строительство. Секреты мастерства».

8.30. Как уберечься от возможного появления высолов на кирпичной кладке?

Высолы являются следствием движения влаги в стене. Из-за разности давления водяных паров в помещении и на улице оно почти всегда направлено наружу. Захватывая растворимые соли (обычно это гидроксид кальция из цемента и сульфаты из керамического кирпича), вода выносит их и накапливает на внешней поверхности стен. И, если на кладке появились белые разводы и пятна, можете быть уверены – наружный слой кирпича уже перенасыщен этими солями.

Белые безобразные разводы, так портящие впечатление от дорожущего облицовочного кирпича, – ничто по сравнению с тем, что может произойти через несколько лет. Гидроксид кальция, вымываемый влагой из цемента и наблюдаемый в форме белого налета, – первый признак начала коррозии кладочного раствора (она так и называется – коррозия первого вида). Если процесс не остановить, произойдет его разрушение.

Сульфаты визуально меньше заметны. Захватываемые влагой со всей толщине стены, они концентрируются на ее наружной поверхности. При перекристаллизации, т.е. при увлажнении - высыхании, эти соли очень сильно, в несколько раз, изменяют свой объем. Возникающие при этом большие знакопеременные нагрузки буквально отрывают наружный слой – кирпич шелушится и осыпается.

Более подробно проблема высолов как частный случай коррозии цементного камня, а также причины и особенности высолообразования на кладке из облицовочного кирпича и меры по ее предупреждению рассматриваются в книге «Особенности кладочных и штукатурных работ» серии «Эффективное строительство. Секреты мастерства».

Всякие «чудодейственные» и супердорогие импортные добавки наружного действия малоэффективны: ведь они лечат следствие а не причину. Недостаточно убрать белый налет с поверхности. Необходимо не допустить саму возможность движения влаги в стене. Проще и дешевле всего это сделать еще на стадии строительства, при помощи малых доз пластификаторов-гидрофобизаторов в составе кладочных и штукатурных растворов.

Особенно актуальна проблема высолов при применении противоморозных добавок, некоторые из которых сами по себе склонны к высолообразованию, даже в малых концентрациях. В условиях построечного приготовления растворов не всегда удается точно соблюсти нужные концентрации. Рабочие могут перестраховаться, не зная точного прогноза погоды, проявить излишнее рвение, элементарную халатность или некомпетентность и т.д. Кроме того, противоморозные добавки довольно сильно пластифицируют раствор, делают его более связным и удобным в работе. И чем их больше, тем этот эффект заметнее. Это также является в некотором роде провоцирующим фактором для их умышленной передозировки, особенно если ушлый каменщик знает, что, облегчив жизнь себе сейчас, о его нерадивости узнают только через несколько лет.

В связи с вышесказанным рачительному хозяину или ответственному исполнителю, со своей стороны, тоже стоит подстраховаться. Винсол, абиетат натрия, мылонафт, асидол, ГЖ-11, отходы мыловарения и индивидуальные жирные кислоты – все это гостированные гидрофобные добавки отечественного производства, сравнительно дешевые, простые в хранении и использовании, не токсичные и не опасные. Еще совсем недавно их применение в составе кладочных и штукатурных растворов было обязательным: всего 100 грамм на мешок цемента – и о высолах можно забыть.

8.31. Какие еще добавки помимо противоморозных желательно применять зимой?

Применение быстротвердеющих и высокомарочных цементов позволяет значительным образом нивелировать воздействие мороза на твердеющий бетон. Вкупе с умышленным завышением марочности бетона против нормируемой по прочностным требованиям (подстраховка на случай возможных форсмажорных погодных

обстоятельств) такое решение в зарубежной практике рассматривается в качестве одного из основных методов зимнего бетонирования. Следование ему приводит к неизбежному перерасходу цемента, причем очень качественного и, следовательно, очень дорогого.

Для социалистического строительства это решение было неприемлемо в принципе – хронический дефицит даже рядовых цементов являлся для него непреложным атрибутом.

В настоящий момент, когда цементные комбинаты загружены в лучшем случае на треть, экономическая обоснованность экономии цемента за счет использования противоморозных добавок во многом исчерпала себя.

Однако есть и другой путь, не связанный с перерасходом цемента. Вводя в состав бетона эффективные пластификаторы, не замедляющие твердение, можно существенно сократить количество воды затворения, а за счет этого на 1-2 ступени повысить марку бетона по сравнению с исходным составом. Уменьшение расхода воды, т.е. уменьшение В/Ц бетона, позволяет сократить и расход противоморозной добавки. Так, например, снижение В/Ц с 0.5 до 0.3 позволяет уменьшить дозировку противоморозной добавки в 1.5 – 2.2 раза.

Поэтому при зимнем строительстве помимо противоморозных весьма желательно применение пластификаторов и суперпластификаторов, не замедляющих скорость гидратации цемента. На нафталинформальдегидной основе – С-3, «Дофен», СМФ, «Майти»; на меламинформальдегидной основе – 10-03, МФ-АР, «Мельмент»; на основе модифицированных лигносульфонатов – НИЛ-20, НИЛ-21, «Окзил», а также различных техногенных отходов, используемых в качестве пластификаторов, – ПАЩ-1, ВРП-1, ПДК, ПДКО и т.д.

Промышленным строительством разработаны, гостированы и широко применяются именно подобные комплексы – сочетание пластификатора с противоморозной добавкой. Их использование, помимо всего прочего, способствует созданию минимальной пористости цементного камня и дополнительному воздухоовлечению, которые очень сильно повышают морозостойкость конструкций на стадии эксплуатации.

8.32. Что лучше — хлористый кальций или хлористый натрий?

Оба вещества – безопасные хлориды, эффективность которых в номинации цена/качество – самая высокая среди противоморозных добавок. Но хлорид натрия (соль поваренная) может способствовать появлению мокрых трудновыводимых пя-

тен на штукатурке. Кроме того, техническая соль очень сильно, до 10%, загрязнена примесями сульфатов, а они дают высолы на поверхности кладки.

Если же использовать пищевую соль, то выигрыш в цене по отношению к хлористому кальцию значительно снижается. Кроме того, хлористый кальций примерно на 30% повышает прочность бетона и раствора, а соль поваренная лишена этого качества.

8.33. Какова температура замерзания растворов и бетонов с противоморозными добавками в зависимости от концентрации?

Абсолютно точно ответить на этот вопрос, не проанализировав условия данного конкретного строительства, невозможно в принципе. А кто это делает с точностью до градуса – в лучшем случае некомпетентен.

Одно и то же количество противоморозной добавки при использовании разных цементов, разного водоцементного соотношения, разных условий укладки (бетон, кладочный раствор, штукатурный раствор), разной начальной температуры заполнителей, разной силы ветра в конце концов дадут и разную температуру замерзания раствора.

Поэтому при помощи специальных таблиц, исходя из вида применяемой противоморозной добавки и ожидаемой среднесуточной температуры, назначают ее расход. Путем нескольких пробных замесов этот расход корректируют следующим образом: если рабочие не успевают использовать раствор до момента его замерзания, дозировку увеличивают, если же успевают – оставляют неизменной.

8.34. Почему утверждается, что с добавкой 2%-ного хлористого кальция работы можно проводить даже при -15°C, в то время как уже при -5-7°C раствор начинает замерзать?

Основной принцип действия противоморозных добавок заключается вовсе не в том, чтобы предотвратить замерзание вообще. При 2% от массы цемента любой противоморозной добавки, в том числе и хлористого кальция, раствор на морозе в -7°C через некоторое время обязательно замерзнет – часть воды выморозится в лед. Но это будет «пресный» лед. Концентрация противоморозной добавки в оставшемся растворе соответственно увеличится, и это, в свою очередь, приведет к соответствующему понижению ее равновесной температуры замерзания. Образовавшиеся кристаллы льда будут разделены незамерзшим раствором, не смогут срастись в единый монолит и, соответственно, не смогут уже разрушающе действовать на твердеющий цементный камень. Установится равновесная для данной

температуры концентрация добавки, а вода, необходимая для гидратации цемента, будет пополняться тающим льдом.

Таким образом, лед в бетоне или растворе с противоморозными добавками, твердеющими на холоде, является своего рода законсервированной водой. По мере надобности он тает и расходуется на гидратацию цемента. Со временем его становится все меньше и меньше, вплоть до полного исчезновения.

В зависимости от температуры окружающей среды, вида и концентрации добавки, минералогических особенностей цемента и заполнителей и других факторов процесс образования и таяния льда в холодных бетонах может сдвигаться во времени. Однако общий характер действия противоморозных добавок, даже в очень малых концентрациях, сохраняется: идет постоянный набор прочности бетона или раствора без их разрушения.

Без противоморозной добавки же раствор сразу замерзнет при -1°C . Образующиеся кристаллы льда срastутся, сами себя закупорят в порах и капиллярах и начнут разрушать еще непрочный цементный камень – разрывать его на куски. Эти куски в замерзшем, но несхватившемся состоянии будут ждать весны. С потеплением, когда процессы гидратации цемента возобновятся, они схватятся и затвердеют. Но раствор при этом будет состоять из очень мелких и разрозненных отдельных фрагментов. Он перестанет выполнять свою основную функцию – связывать воедино фрагменты кладки – и здание может разрушиться.

Кроме того, раннее замораживание в отсутствие противоморозных добавок очень негативно влияет и на последующую морозостойкость конструкции, снижая ее во много раз.

8.35. Раствор с рекомендуемым количеством хлористого кальция к концу дня при температуре примерно -4°C все равно замерзает.

Увеличили дозировку – стало еще хуже. Почему?

Раствор не замерзает, а схватывается. С увеличением дозировки схватывание происходит еще быстрее. Раствор необходимо готовить небольшими порциями и использовать в течение двух-трех часов.

8.36. Что лучше использовать зимой – портландцемент или шлакопортландцемент?

У шлакопортландцементов очень много преимуществ. Но есть и недостатки. Самый главный из них – малая скорость гидратации и, соответственно, набора прочности. Зимой он еще более усугубляется низкими температурами. Поэтому для зимних работ предпочтительнее все же портландцемент.

Исправить ситуацию, причем очень существенно, помогут противоморозные добавки. Их эффективность по отношению к шлакопортландцементом даже выше, чем к бездобавочным портландцементом.

Марка цемента также имеет очень большое значение для зимних работ. Чем она выше, тем, соответственно, тоньше помол. А более мелкие крупинки быстрее и полнее вступают в химическую реакцию с водой, даже в условиях отрицательных температур.

8.37. Нам предложили какой-то цемент БТ. Утверждают, что им можно работать зимой безо всяких добавок. Так ли это?

Цементная промышленность выпускает специальные цементы для монолитного домостроения, замоноличивания стыков, торкет-набрызга, заделывания протечек, монтажа оборудования и т.д. Некоторые из них способны схватываться в течение нескольких минут. Они так и называются – быстротвердеющие или особобыстротвердеющие, а в их наименованиях всегда присутствует аббревиатура БТ или ОБТ. Такие цементы на несильном морозе твердеют с такой же скоростью, как обычные цементы летом.

Они намного дороже обычных цементов, но если есть возможность, их применение для зимних работ – лучшее решение.

8.38. В силу ряда обстоятельств вынуждены продолжать строительство зимой. Объемы очень большие. Применение противоморозных добавок влетает в копеечку. Есть ли иное решение?

В процессе хранения цемент очень сильно теряет свою активность, чем больше марка, тем сильнее. Для М600 она составляет уже 10 – 15 % в месяц. Цементные заводы ограниченными объемами изготавливают высокомарочный цемент – за время транспортирования и длительного хранения он превращается в обычный четырехсотый, а то и хуже, но стоит в два раза дороже.

Поэтому для производства высокомарочных бетонов помимо точного дозирования, оптимизации крупности заполнителей и соблюдения культуры производства крупные потребители часто осуществляют домол цемента на месте, непосредственно перед применением. Раньше многие ДСК были оснащены подобным оборудованием.

Если в процессе домола не вводить дополнительно гипс или потребную его дозировку умышленно занижить, то получается быстросхватывающийся цемент, способный эффективно твердеть и на морозе. Дозировку противоморозных до-

бавок в этом случае можно существенно понизить или отказаться от них вообще. Экономическая эффективность данного метода намного выше традиционного использования противоморозных добавок, а оборудование можно изготовить в любой мало-мальски оборудованной мастерской.

Кроме того, последние исследования ученых относительно эффективности противоморозных добавок показали, что нормируемые СНиПами их дозировки и величины критической прочности, после достижения которой бетон не боится замораживания, значительно завышены. Оказалось, что для бетонов марок М200 – М400 при использовании цемента не ниже марки 400 с противоморозной добавкой нитрита натрия (НН) критическая прочность составила 16-18 % от нормируемой марки (R28) с добавкой поташа (П) – 7-10 %, с добавкой хлоридов кальция и натрия (ХК, ХН) – 4-5 %, с добавкой нитрит-нитрата-хлорида-кальция (ННХК) – 1-5 %.

Благодаря этим новым данным, но обязательно под контролем строительной лаборатории можно значительно сократить дозировки противоморозных добавок и, соответственно, удешевить строительство.

Более подробно об этом, а также о многих других строительных технологиях, неоправданно, а порой просто преступно забытых, читайте в книге «Забытые ноу-хау советской строительной индустрии» серии «Эффективное строительство. Секреты мастерства».

В.39. Предлагают некую противоморозную добавку – новейшую разработку талантливого изобретателя.

Утверждают, что она намного лучше остальных, поэтому ее рецептура засекречена. Стоит ли этому верить?

Все добавки, разрешаемые строительным законодательством к массовому применению, в том числе и противоморозные, проходят длительный и тернистый путь испытаний, проверок и натурных экспериментов. Только изучив особенности их производства и использования, положительные и отрицательные качества, неизбежные побочные эффекты или проблемы реального применения, приходят к решению о возможности их массового применения. Так, например, только в одном из институтов – НИИЖБе за последние 40 лет проработано более 75 научно-исследовательских тем, посвященных вопросам зимних работ. При этом было проведено более 150000 различных экспериментов, каждый из которых состоит из сотен опытов. (Трудоемкость сравнительно-оценочных испытаний между собой шести добавок составляет более 400 человеко-дней).

Подобные фундаментальные исследования проводятся в рамках целевых государственных программ, финансируются из госбюджета и выполняются специальными научно-исследовательскими организациями, обладающими мощной лабораторной базой и высококвалифицированными специалистами. Предварительные лабораторные исследования апробируются и перепроверяются на натурных полигонах в различных

60

погодно-климатических условиях — от Баренцева моря до пустыни Кара-Кум, на разных цементах, заполнителях и технологиях ведения работ. Полученные результаты выливаются в конкретные рекомендации по применению той или иной добавки, публикуются в специализированных изданиях и отраслевой периодике. Эта информация свободно распространяется и пропагандируется среди строителей и доступна в большинстве технических библиотек.

Если, прикрываясь коммерческой тайной, пытаются скрыть истинное химическое название или рецептуру добавки, стоит очень взвешенно и критично подойти к подобному предложению. Какими бы красочными ни были рекламные буклеты, какими бы убедительными ни казались заключения экспертов, они порой не стоят и бумаги, на которой напечатаны.

У подобных предложений обычно самый большой секрет в том, что никакого секрета-то и нет. А предлагаемая добавка есть не чем иным, как давно применяющимся веществом под новым торговым названием, в рекламных целях наделенным феноменальной эффективностью.

Кроме того, необходимо помнить, что использование нестандартизированных добавок, отсутствующих в соответствующем нормативном документе (для Украины это ДБН В.2.7-64-97, для России — РСН 345-97), однозначно возложит на Вас всевозможные проблемы, вызванные их применением, на весь гарантийный срок эксплуатации здания или сооружения. Обычно это несколько десятков лет.

В.40. Почему в одних случаях указываются состав и точное химическое название добавки, а в других — нет?

Указание зарубежным производителем точного химического названия добавки или ее компонентов может раскрыть суть получения прибыли. Ведь в целях подстигивания сбыта можно взять давно испытанное и хорошо зарекомендовавшее себя вещество, придумать ему новое красивое название, зафасовать в новую упаковку, снабдить доходчивой инструкцией по применению, организовать достойное рекламное сопровождение и благополучно выпустить на рынок как последнее достижение научной мысли. Серьезные производители и этим не ограничиваются. Можно ведь придумать несколько таких названий и под разными торговыми марками продавать один и тот же продукт (с целью большего охвата рынка, минимизации транспортных издержек, использования актуальной для данной местности символики и с учетом покупательной способности населения данного региона и т.д.).

Я очень люблю пиво «Черниговское», и меня совершенно не волнует, что оно сварено в Харькове. Сколько там солода или хмеля, мне без разницы — главное, что после нескольких бутылок мне станет хорошо. Именно это подтверждает мой опыт, а гарантом выступает громкое имя производителя — уж он не допустит иного. А мне большего и не надо. Но, покупая маринованные грибочки у незнакомой продавщи-

цы, постараюсь, чтобы теща тоже разделила со мной трапезу. (При любом исходе деньги будут потрачены не зря).

Отечественные производители химических добавок обычно лишены возможности проводить дорогостоящие научные изыскания по изобретению и исследованию новых добавок либо сертифицировать старые, но под новым именем проще использовать уже готовые разработки советских времен. Формировать доверие потребителя при помощи громкой рекламной кампании также накладно – бедные они.

Остается одно – привлечь безусловный авторитет государства в форме официальных нормативных документов – ГОСТов, СНиПов, национальных стандартов и норм и т.д. Но, чтобы в полной мере и убедительно на них ссылаться, необходимо и точное указание рецептуры добавки, вплоть до полных химических названий составляющих.

Именно по такому пути в основном и идут некоторые отечественные производители химических добавок. А их диалог с потенциальным покупателем выглядит примерно так:

- Что это у вас?
 - А вот «то-то».
 - Как вы это делаете?
 - А вот ТУ.
 - Для чего это нужно?
 - А вот СНиПы.
 - Кто позволил?
 - А вот «Державні будівельні норми».
 - И что, действительно так хорошо?
 - А вот отчет НИИИЖБа.
 - Что будет, если ...?
 - А вот указания по применению Госстроя СССР
- и т.д. и т.п.

8.41. Утверждают, что ГКЖ-11 является самой эффективной противоморозной добавкой. Так ли это? И в чем различие между ГКЖ-11К и ГКЖ-11Н?

Нет. Категорически нет.

Из-за несовершенства отечественной классификации химических добавок очень часто происходит тривиальнейшая путаница. Противоморозные добавки (по западной, более точной, классификации – антифризы) предназначены для предотвращения преждевременного замерзания еще не уложенного бетона или раствора и ускорения набора ими начальной (критической) прочности. Увеличивать же сопротивляемость строи-

тельных конструкций воздействию мороза на стадии эксплуатации призваны добавки, повышающие морозостойкость. И именно к ним относятся все кремнийорганические соединения, в том числе и ГЖ-11.

Во времена холодной войны НАТОовские аналитики просчитали, что в случае локальной ядерной войны и превентивности наладения для них наиболее эффективно будет точечное уничтожение ядерных средств «возмездия» и всего десятка основных заводов СССР. Население и крупные города следовало оставить в сохранности, чтобы было кому восстанавливать разрушенное, работать на захватчиков и управлять всем этим. С тех пор повелось (и нет оснований тешить себя надеждами, что что-то изменилось и ныне), что наиболее значимые предприятия имеют свою «персональную» ракету, а то и две – чтобы наверняка. В Украине такой чести «удостоено» единственное предприятие – Запорожский «Кремнийполимер». Американцы – не дураки, зря ракетами разбрасываться не будут. Да и запорожцы особенно не возмущаются – рыльце-то ведь действительно в пушку. Может быть, именно это и является тем фактором, что замечательная во всех отношениях кремнийорганика, показывающая просто фантастические результаты по обеспечению долговечности строительных конструкций, не нашла должного применения в гражданском строительстве. (Именно в гражданском. Военные строители без нее – ни шагу. Иначе как обеспечить гарантированный срок эксплуатации некоторых ядерных объектов, к примеру, 1200 лет?).

Выпускаемые этим заводом кремнийорганические соединения нашли широчайшее применение в военной промышленности. А для военного строительства наиболее «лакомы» всегда были ГЖ-10 (ныне серийно не выпускаются), ГЖ-11, ГЖ-12, ГЖ-13, ГЖ-94 и ГЖ-94М. Если не касаться военного аспекта, то факт разработки, промышленного освоения и методологии практического использования именно этих соединений позволил осуществить грандиознейшие строительные проекты в районах, где ранее это было невозможно в принципе. Зейская ГЭС, Братская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС, базы надводных и подводных судов дальневосточных и северных морей, промышленные золотодобывающие и перерабатывающие предприятия в Восточной Сибири, портовая инфраструктура Балтики, восстановительный ремонт Останкинской телебашни и Петергофского дворца – всего и не перечислишь. Объединяет их одно – значительное увеличение долговечности строительных конструкций в условиях агрессивного гидро-термального воздействия и перепадов температур до 100°C возможно только за счет значительного уменьшения их водопоглощения. А достигнуть этого удалось только с появлением высокоэффективных гидрофобизаторов кремнийорганического происхождения.

Являясь водорастворимыми, ГЖ-10, -11, -12, -13 (или водорастворимыми в форме эмульсий – ГЖ-94, -94М), эти соединения способны глубоко проникать в тело бетонной конструкции по порам и капиллярам, выстилая их изнутри очень тонким, мономолекулярным, слоем. Взаимодействуя с минералами, составляющими строительную конструкцию, а также с влагой и углекислотой воздуха, они осуществляют

обменные и замещающие реакции, превращаясь в водонерастворимые модификации. В итоге конструкция, оставаясь проницаемой для атмосферного воздуха, практически навсегда (поверхностный слой всего!!! на 10 лет) оказывается лишенной доступа влаги. Соответственно факт возникновения и скорость развития коррозионных процессов в бетоне и арматуре определяется уже исключительно их качеством и практически никак не регламентируется внешними факторами. Еще больший эффект достигается, когда эти добавки используются не как пропиточные, защитные составы, а вводятся в составе воды затворения при приготовлении бетона.

Кроме того, полигидросилоксаны (ГКЖ-94, -94М), взаимодействуя с щелочной составляющей цементного камня, выделяют молекулярный водород. Формируя замкнутую микропористость цементного камня, он еще сильнее повышает морозостойкость строительной конструкции. И если при обычных методах бетоноведческой науки верхним пределом достигаемой морозостойкости являются показатели в 300 – 350 циклов замораживания/размораживания, то при помощи ГКЖ-94 (и особенно ГКЖ-94М) этот показатель можно легко поднять до 1500 – 1800 циклов и выше. Если учесть, что данные цифры остаются истинными и в условиях воздействия высокоминерализованных морских вод, — это настоящая находка для нужд морского гидротехнического строительства в условиях Севера.

Обласканный в свое время пристальной заботой ВПК украинский «Кремнийполимер» (аналогично и российский Данковский «Оргсинтез») ну никак не стремится в рынок. Сидя, что называется, на золотой жиле, вдумчивой, последовательной и высокоприбыльной работе на СНГовском рынке, они предпочитают отдаваться на откуп западным дельцам сомнительной репутации. Те, «ничтоже сумняшеце», занимаются элементарной перефасовкой их продукции в завлекательную тару, снабжают ее броской рекламой и нам же потом преподносят под видом новейших западных разработок (честнейшим образом при этом указывая точный химический состав). Ну, кто же усомнится, что 30%-ный раствор метилсиликоната натрия – Contraguim I, Silikonat N/M, Bayer S, BS-10 (ФРГ), SC-50, Silirain (США), Drisil-29 (Великобритания), Rhodorsil, Siliconate 50K (Франция), Contraguin IV (Чехия) или метилсиликоната калия – Аквастоп-К (Россия) хохлы, по всем мировым классификациям находящиеся на задворках цивилизации, также могут изготавливать?

Могут. Причем именно они раскусили фишку – метилсиликонаты натрия (ГКЖ-11Н) в длительной перспективе способствуют возникновению своеобразной коррозии цементного камня. (Поставь над Вами – «Гарантийный срок эксплуатации – 1200 лет», Вы еще и не такое изобретете). Поэтому (береженого – бог бережет) даже для бытовых нужд они стали омылять их калием, выпуская чуть-чуть более дорогие метилсиликонаты калия (ГКЖ-11К). А широта славянской души вообще позволяет им сырье для производства ценнейшего для строительной индустрии фенилхлорсилана (жидкость 134-342, на гражданском языке – ГКЖ-12) 50 лет выбрасывать в отвалы – цвет, дескать, не тот. У богатых свои причуды. Отечественная же агонизирующая строительная индустрия, по-

грязная в хитросплетениях околонучных разборок своих же производителей химических добавок для строительства, умоляет: «Дай». Дай хоть что-нибудь, чтобы от ваших 1200 нам досталось хоть 50 лет. Но настоящих лет, без дураков. И без последующей «статьи». Как в прямом смысле, так и в переносном.

8.42. Что такое подмыльный щелок и насколько он хорош в качестве противоморозной добавки?

Подмыльный щелок представляет собой жидкость коричневого цвета с характерным запахом хозяйственного мыла. И не удивительно. Ведь это не что иное, как отход мыловарения, получаемый в процессе высаливания омыленных жирных кислот раствором хлористого натрия — соли поваренной. При этом мыло всплывает наверх, а внизу скапливается некая жидкость, состоящая из 7 - 14% хлорида натрия, 0.1 - 0.5% щелочи, 3 - 5% омыленных жирных кислот, остальное — вода. Дальнейшая судьба этой бурды обычно была одна — в канализацию.

В начале 60-х в крупных городах, где было сосредоточено большое капитальное и жилищное строительство, остро встал вопрос дешевого и эффективного пластификатора для тощих строительных растворов — кладочных и штукатурных. Мыловары с радостью расщедрились на подмыльные щелока. Они даже готовы были приплачивать, дабы избавиться от проблемы их утилизации. Строительная наука захлопала в ладоши, а строители зашлись в восторге. Действительно, где еще сыщешь дармовой высокоэффективный полифункциональный состав из микропенообразователя/гидрофобизатора (жирные кислоты) и ускорителя/противоморозной добавки (хлорид натрия + едкий натр)?

Применение подмыльного щелока, кроме того, позволяет радикально экономить известь (традиционнейший и общепризнаннейший пластификатор тощих растворов), облегчить их перекачиваемость растворонасосами, снизить расслоение и водоотделение, улучшить удобоукладываемость, почти вдвое повысить производительность труда каменщиков и штукатуров. Столь малые количества хлоридов, да еще в составе гидрофобизированных растворов, не могут уже нанести существенного вреда коррозионной стойкости конструкции, но прекрасно выполняют функции противоморозной добавки в условиях слабых морозов, случайного замораживания от непредвиденных колебаний температуры или даже элементарной халатности. Обычная форма поставки подмыльного щелока — автоцистернами, в форме горячих водных растворов — практически снимала проблему предварительного разогрева смерзшегося песка. На выходе из растворосмесителя автоматически получался теплый кладочный или штукатурный раствор. Жирные кислоты, даже в мизернейших дозировках, являются очень эффективными гидрофобизаторами. Применяя их в составе подмыльного щелока, строители даже понятия не имели о проблеме высолов на поверхности кладки и тем более бетона и, сами того не подозревая, умудрялись делать прочные и морозостойкие конструкции в условиях массового производства. Поэтому в крупных городах, там, где поблизости

имелись мыловаренные комбинаты, использование подмыльных щелоков стало привычным и обыденным мероприятием. И можно с полной уверенностью утверждать, что начиная с 60-х годов все крупные города СССР построены именно с их помощью.

Идиллию, как всегда, разрушили военные. Настолько оригинально, парадоксально и неожиданно, что это лишний раз подтверждает, как все в этом мире взаимосвязано. Ну какой, пусть самый умный и проницательнейший, аналитик мог предположить, что, продавая за рубеж современную авиационную технику сегодня, завтра строительная индустрия СНГ столкнется с проблемой высолов на кирпичной кладке?

Ан нет. В начале 90-х годов Россия продала Малайзии целый полк новейших истребителей МиГ-29. Не такие уж бедные, но хитрые малайзийцы предпочли расчет не живыми деньгами, а товаром. А из товара (малайзийскую электронику не будем трогать — речь идет о действительно «бросовом» товаре) у них только райский климат, в котором растут особые пальмы, дающие по четыре урожая в год. И негры, по этим пальмам лазающие. День и ночь. Причем они не просто лазают — они с них листья обдирают. А листья эти — не простые, а, буквально, золотые.

Обильно покрытые растительным воском, они после простейшей переработки дают пальмитиновую кислоту — лучшую из всех жирных кислот для производства высококачественного мыла. И если раньше наши китобои гонялись по всему мировому океану за бедным кашалотом, — завалить беднягу, из мозгов наковырять спермацет, переработать его в ценнейший пальмитат и облагородить туалетное мыло для советской партийноменклатуры, — то теперь появилась уникальнейшая возможность делать из него мыло чуть ли не целиком. Прекраснейшее мыло. Отвечающее всем межгалактическим стандартам. И охотно покупаемое. Во всем мире. Нужно только уже готовую, так называемую мыльную стружку из Малайзии смешать с красителями-отдушками-отощителями, спрессовать и наклеить этикетку. Весь цивилизованный мир, кстати, давно уже так и делает.

Настолько, что наши олеаты, линолеаты, стеараты и прочие абиетаты, традиционно использовавшиеся в мыловарении и вырабатывавшиеся из ценных пищевых продуктов, оказались в несколько раз более дорогими, чем «...растущее само-собой, круглый год и без забот».

В результате ничтожная часть населения нашей планеты получила уникальнейшую возможность «обгадиться вверх ногами». Другая часть, большая и «немая», с благодарностью все это положит — мировое разделение труда в действии.

Только отечественные строители куksятся — мыло больше не варят. Отечественное (читай СНГовское) мыловарение претерпело серьезнейшую структурную перестройку и как источник получения отходов омыления жирных кислот (глобализм, будь он неладен) исчерпало себя. Подмыльного щелока больше нет и, наверное, не будет. Высолы достали уже всех. Строители плачут. Западные производители химических добавок удовлетворенно потирают руки — предлагаемые ими так называемые «заменители из-

вести» — не что иное, как смеси отходов омыления жирных кислот, модифицированные смоляными и нафтеновыми, упаренные до пастообразного состояния.

Недавно Россия продала Малайзии очередной полк новейших истребителей — МиГ-31. Схема расчета та же.

В июле 2003 г. в Харьков приехала официальная торговая делегация из Малайзии. Предложили Украине стать «форпостом» по продвижению малайзийских пальмитатов на страны СНГ — дескать, порты, транспортная инфраструктура, то, се. Опять же «немытая Россия» под боком. И подкрепили это обещанием кредита в \$50 млн. Разумеется, под закупку пальмитиновой кислоты у них же. И получили вежливый отказ. Украина, дескать, «самостійна» — уже выведен новый гибрид подсолнечника, феноменально богатого пальмитиновой кислотой, и в 2003 г. будет собран его первый промышленный урожай.

8.43. Если бетон без противоморозных добавок уже уложен, но неожиданно ударил мороз, можно ли ввести противоморозную добавку путем пропитки его водным раствором соляной кислоты?

Нет. Категорически нет.

Соляная кислота в незастывшем цементном растворе действительно превращается в хлористый кальций — хорошую противоморозную добавку. Но введение ее потом приведет к полному разрушению цементного камня.

Когда дело уничтожения стратегических систем вооружений бывшего СССР дошло до практического воплощения, очень остро встала проблема разрушения пусковых установок наземного базирования. Наши военные строители под благовидным предлогом от этой затеи дистанцировались и предложили себя только в качестве консультантов-наблюдателей.

Так как дело это новое — никто в мире еще не имел опыта массированного разрушения стратегических объектов подобного уровня прочности и долговечности (их обычно консервировали), — американские эксперты для начала решили их попросту подрывать. Нельзя назвать их полными дураками, но первый грузовик взрывчатки налугал только окрестных ворон. Увеличение заряда в три раза имело тот же результат.

Решено было еще более усилить заряд, тщательно затомпанировав его в устье пусковой шахты бетонной блямбой весом в 30 тонн. Наши же в это время предавались традиционно русскому времяпрепровождению, а пустые бутылки, смеясь швыряли в эту самую бетонирующуюся пробку, приговаривая при этом непонятную для янки фразу: «Na kogo bog pochlet».

Бог «послал» на стадо коров в окрестностях деревушки Сокольники Николаевской обл. – 12 км от точки подрыва. Спустившись по нисходящей баллистической траектории, гора щебенки (все, что осталось от бетонной пробки) очень удачно решила проблему продажи говядины живым весом местному фермеру – во избежание международного скандала американцы не поспешили.

В конце концов нашим все это надоело. Они прогнали американских экспертов, засыпали пусковую шахту песком и вылили туда несколько цистерн некоей секретной жидкости. Через месяц, когда все обвалилось, они за бешеные деньги продали янки рецепт этой жидкости – водный раствор соляной кислоты.

8.44. Почему добавки НК и НКХ дефицитны? Можно ли их приготовить из индивидуальных кристаллических веществ в построечных условиях?

Нитрит кальция по своему ингибирующему эффекту на стальную арматуру лишь немногим уступает нитриту натрия (НН). При этом он гораздо дешевле, менее токсичный и пожароопасный. Это обусловило его массовое применение в составе наиболее популярной добавки для промышленного применения – НКХ.

Нейтрализуя дымовые газы известью, получают нитрозные щелока – смесь нитрита и нитрата кальция. Именно эти щелока и называются НКХ. Если их затем инверсировать азотной кислотой, а полученный раствор кристаллизовать, получится (НК) – кальциевая селитра.

Именно кристаллизация является наиболее сложным процессом в этом производстве. И самым дорогим – составляющим до 4/5 стоимости селитры. Поэтому использование кристаллического НК в качестве противоморозной добавки экономически целесообразно только в исключительных случаях.

Проще и гораздо дешевле использовать промежуточные продукты производства кальциевой селитры. Смешав водные растворы НК и хлорида кальция, получают универсальный НКХ. Он годится и как высокoeffективный ускоритель для беспропарочной технологии, повышающий отпускную марочность бетона, и в повышенных дозировках как самая лучшая противоморозная добавка, позволяющая работать на пятидесятиградусном морозе.

Сельское хозяйство – основной потребитель кальциевой селитры. Его упадок соответственно образом отразился и на ее производстве – имеющиеся мощности в Украине были попросту законсервированы. А ввозить для нужд строителей из других стран низкоконцентрированные водные растворы полупродуктов ее производства – затратно.

Решение проблемы дешевых ускорителей/противоморозных добавок, украинской строительной индустрии виделось в свете использования техногенных отходов коксохимии – тиосульфитов и роданидов. Время показало, что это решение, при всей его экономической привлекательности как для производителей, так и для потребителей, имеет и ряд существенных недостатков. А за право цивилизованной и высокоприбыльной утилизации техногенных отходов основных производств готовы побороться многие производители, как зарубежные, так и отечественные.

Летом 2003 г. в Украине были расконсервированы и запущены значительные мощности по производству НК – кальциевой селитры (ранее она экспортировалась из-за рубежа). Это позволяет достаточно уверенно предположить: проблема дешевых и эффективных ускорителей/противоморозных добавок для Украины и европейской части России будет решаться не только по линии использования техногенных отходов коксохимии, а и путем возобновления применения традиционных и апробированных добавок на нитрооснове.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев С.Н., Иванов Ф.М., Модры С., Шисль П. Долговечность железобетона в агрессивных средах. — М.: Стройиздат, 1990.

Алексеев С.Н., Ратинов В.Б., Розенталь Н.К., Кашурников Н.М. Ингибиторы коррозии стали в железобетонных конструкциях. — М.: Стройиздат, 1985.

Афанасьев Н.Ф., Целуйко М.К. Добавки в бетоны и растворы. — К.: Будівельник, 1989.

Байков А.А. Собрание трудов. — М.: АН СССР, 1948. — Т. 5.

Беляков Г.Г. Применение химических добавок для улучшения свойств бетонов и растворов. — Рига: Латв. республ. ин-т науч.-техн. информации и пропаганды, 1967.

Бетон с повышенными добавками хлористых солей/ Под ред. Б.Г. Скрамтаева. — М.: Стройиздат, 1957.

Бутт Ю.М., Беркович Т.М. Вяжущие вещества с поверхностно-активными добавками. — М.: Промстройиздат, 1953.

Вавржин Ф., Крчма Р. Химические добавки в строительстве. — М.: Госстрой, 1974.

Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. — М.: Стройиздат, 1986.

Вредные вещества в промышленности: Справочник: В 3 т. — Л.: Химия, 1976. — Т. 1 - 3.

Грапп В.Б., Ратинов В.Б. Применение химических добавок для интенсификации процесса производства и повышения качества бетона и железобетона. — Рига: ЛатНИИТИ, 1979.

Давидсон М.Г. Водонепроницаемый бетон. — Л.: Лениздат, 1965.

Давидсон М.Г. Новая технология бетонных работ зимой. Поташ как противоморозная добавка. — Л.: Лениздат, 1966.

Добавки в бетон: Справ. пособие/ Под ред. В.С. Рамачандран. — М.: Стройиздат, 1988.

Иванов Ф.М., Розенберг Т.И., Гончарова Л.С., Токарь В.Б. Сравнение свойств бетонов с противоморозными добавками// Бетон и железобетон. — 1974. — №1.

Каралупов Е.К., Лутц Г., Герольд Х., Толмачев Н.Г., Спектор Ю.П. Сухие строительные смеси. — К.: Техніка, 2000.

Кокки П., Мякеля Х. Строительство в зимних условиях Финляндии. — М.: Стройиздат, 1886.

Киреенко И.А. Бетонные, каменные и штукатурные работы на морозе. — К.: Госстройиздат УССР, 1962.

Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты/ Под ред. В.М. Москвина. — М.: Стройиздат, 1980.

Логайда А.В. Зимнее бетонирование с использованием противоморозных добавок к бетону // Бетон и железобетон. — 1984. — №9.

Ли Ф.М. Химия цемента и бетона. — М.: Госстройиздат, 1961.

Миронов С.А., Малинина Л.А. Ускорение твердения бетона. — М.: Стройиздат, 1964.

Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. — М.: Стройиздат, 1975.

Москвин В.М. Добавки — ускорители твердения бетона. — Л.: Стройиздат, 1937.

Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. — М.: Стройиздат, 1980.

Мчедлов-Петросян О.П., Чернявский В.Л. Структурообразование и твердение цементных паст и бетонов при пониженных температурах. — К.: Будівельник, 1974.

Осин Б.В. Негашеная известь как новое вяжущее вещество. — М.: Стройиздат, 1954.

Перри Джон Г. Справочник инженера-химика. — Л.: Химия, 1969. — Т. 1.

Позин М.Е. Технология минеральных солей: В 3 т. — Л.: Химия, 1970. — Т. 1, 2.

Правила применения химических добавок в бетонах и строительных растворах. ДБН В.2.7-64-97. — К.: Держбуд, 1999.

Применение химических добавок в технологии бетона: Материалы семинара. — М.: Дом научной пропаганды им. Ф.Э. Дзержинского, 1980.

Ребиндер П.А. Поверхностно-активные вещества. — М.: Знание, 1961.

Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия: Избранные труды. — М.: Наука, 1978.

Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. — М.: Стройиздат, 1989.

Саницкий М.А., Марущак У.Д., Чемерис М.М. Физико-химические особенности гидратации портландцементов с комплексными модификаторами системы «Релаксол» // Строительные материалы и изделия. — К. — 2003. — №3.

Сергеев Д.Г., Хижняк М.Ф. Месторождения сырья для строительных материалов в Харьковской области. Кадастр месторождений. — Х.: Областное изд-во, 1957.

Современные бетоны // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Хортица-2003» в журнале «Строительные материалы и изделия». — К.: 2003. — №3, 4.

Справочник работника строительной лаборатории завода ЖБИ. — К.: Будівельник, 1980.

Труды совещания по химии цемента / Под ред. П.П. Будникова, Ю.М. Бутта. — М.: Госстройиздат, 1956.

Файнер М.Ш. Ресурсосберегающая модификация бетона. — Черновцы: Прут, 1993.

Файнер М.Ш. Введение в математическое моделирование технологии бетона. – Л.: Світ, 1993.

Файнер М.Ш. Научно-практический комментарий к нормативным документам и системе контроля качества бетона и железобетона. – Черновцы: Букрек, 2003.

Файнер М.Ш. Новые закономерности в бетоне и их практическое приложение. – К.: Наук. думка, 2001.

Хигерович М.И., Байер В.Е. Производство глиняного кирпича и физико-химические способы улучшения его свойств. – М.: Стройиздат, 1984.

Хигерович М.И., Горчаков Г.И., Лейбович Х.М. Гидрофобный цемент и гидрофобно-пластифицирующие добавки в бетонах и растворах. – М.: Стройиздат, 1953.

Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Химические и минеральные добавки в цементы и бетоны» – Запорожье.: Будиндустрия, 2002.

Шехтер Ю.Н., Крейн С.Э., Тетерина Л.Н. Маслорастворимые ПАВ. – М.: Химия, 1978.

Юнг В.Н. Основы технологии вяжущих веществ. – М.: Стройиздат, 1951.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	3
Введение	7
1. Теоретические основы гидратации цемента при отрицательных температурах	10
2. Описание некоторых химических веществ и соединений, применяющихся в качестве противоморозных добавок	15
2.1. Вещества, включенные в ДБН В.2.7-64-97 (Украина) и РСН 345-87 (Россия) в качестве противоморозных добавок	15
2.2. Вещества, не включенные в украинский и российский стандарты, но также являющиеся противоморозными добавками, применение которых регламентируется техническими условиями	20
3. Предельная растворимость некоторых солей в условиях построечного приготовления	24
4. Дозировки противоморозных добавок в зависимости от температуры.	25
5. Сравнительная оценка эффективности противоморозных добавок.	26
6. Краткая характеристика некоторых химических добавок для строительства, выпускаемых химической промышленностью Украины и России и рекомендуемых для применения совместно с противоморозными добавками	29
6.1. Суперпластификаторы	29
6.2. Пластификаторы	29
6.3. Стабилизаторы	30
6.4. Пластифицирующе-воздухововлекающие добавки	30
6.5. Воздухововлекающие добавки	31
6.6. Газовыделяющие добавки	31
6.7. Гидрофобизирующие добавки	31
7. Техника безопасности при работе с противоморозными добавками	32
8. Наиболее задаваемые вопросы по противоморозным добавкам	36
8.1. Какие документы регламентируют применение химических добавок в строительстве?	36
8.2. Схолько всего химических противоморозных добавок разрешено к применению украинским строительным законодательством?	36
8.3. Слышал, что очень хорошей противоморозной добавкой является простая хлорка. Так ли это?	36
8.4. Почему из 10 разрешенных к применению в строительстве противоморозных добавок в розничной продаже можно встретить только две?	37
8.5. Чем различаются импортные и отечественные противоморозные добавки?	37
8.6. Какая противоморозная добавка является самой популярной в условиях промышленного производства?	38
8.7. Какая противоморозная добавка является самой популярной в индивидуальном строительстве и ремонте?	39
	73

8.8. Хлорид кальция вызывает коррозию арматуры, и поэтому его не применяют на заводах ЖБК. Так ли это?	39
8.9. Каким образом можно уменьшить коррозию арматуры при использовании хлоридов натрия и кальция?	40
8.10. Какие противоморозные добавки следует применять, когда неизвестны марка и происхождение цемента?	42
8.11. Какие есть иные методы зимнего ведения работ кроме использования химических противоморозных добавок?	42
8.12. Какой метод зимнего бетонирования наиболее приемлем для индивидуального строительства?	43
8.13. Если началось потепление, следует ли продолжать вводить противоморозные добавки?	44
8.14. Когда, в соответствии со строительным законодательством, начинаются зимние условия работ?	44
8.15. Почему противоморозные добавки иногда называют ускорителями?	44
8.16. Начиная с какой температуры рекомендуется применять противоморозные добавки?	44
8.17. Существуют ли особенности применения противоморозных добавок в условиях положительных температур?	44
8.18. Существуют ли особенности применения противоморозных добавок в условиях очень больших морозов?	45
8.19. Во многих популярных изданиях для строителей утверждается, что наилучшей противоморозной добавкой является поташ. Так ли это?	45
8.20. Нитрит натрия применяется в качестве пищевой добавки. Почему же тогда утверждают, что он ядовит?	46
8.21. Можно ли в качестве противоморозной добавки применять поваренную соль?	47
8.22. Можно ли в качестве добавки использовать песчано-солевую смесь, применяемую коммунальными службами при гололеде?	47
8.23. Можно ли использовать горячую воду из систем централизованного отопления?	48
8.24. Можно ли предотвратить замерзание готового раствора или бетона, завезенного с растворного узла, при помощи хлористого кальция?	48
8.25. Можно ли уже готовый, но замерзший раствор «разморозить» при помощи химических добавок?	49
8.26. Можно ли использовать в индивидуальном строительстве растворы противоморозных добавок, применяемых на промышленных растворных узлах?	49
8.27. Каковы особенности применения противоморозных добавок при производстве тротуарных камней и элементов мощения?	49
8.28. Что такое комплексные противоморозные добавки и чем они отличаются от традиционных?	52
8.29. Какой кирпич предпочтителен при зимних работах?	53
8.30. Как уберечься от возможного появления высолов на кирпичной кладке?	54
8.31. Какие еще добавки помимо противоморозных желательно применять зимой?	55
8.32. Что лучше — хлористый кальций или хлористый натрий?	56

8.33. Какова температура замерзания растворов и бетонов с противоморозными добавками в зависимости от концентрации?.....	57
8.34. Почему утверждается что с добавкой 2%-ного хлористого кальция работы можно проводить даже при -15°C, в то время как уже при -5-7°C раствор начинает замерзать?	57
8.35. Раствор с рекомендуемым количеством хлористого кальция к концу дня при температуре примерно -4°C все равно замерзает. Увеличили дозировку – стало еще хуже. Почему?	58
8.36. Что лучше использовать зимой – портландцемент или шлакопортландцемент?.....	58
8.37. Нам предложили какой-то цемент БТ. Утверждают, что им можно работать зимой безо всяких добавок. Так ли это?	59
8.38. В силу ряда обстоятельств вынуждены продолжать строительство зимой. Объемы очень большие. Применение противоморозных добавок влетает в копеечку. Есть ли иное решение?.....	59
8.39. Предлагают некую противоморозную добавку – новейшую разработку талантливого изобретателя. Утверждают, что она намного лучше остальных, поэтому ее рецептура засекречена. Стоит ли этому верить?.....	60
8.40. Почему в одних случаях указываются состав и точное химическое название добавки, а в других – нет?.....	61
8.41. Утверждают, что ГЖК-11 является самой эффективной противоморозной добавкой. Так ли это? И в чем различие между ГЖК-11К и ГЖК-11Н?.....	62
8.42. Что такое подмыльный щелок и насколько он хорош в качестве противоморозной добавки?	65
8.43. Если бетон без противоморозных добавок уже уложен, но неожиданно ударил мороз, можно ли ввести противоморозную добавку путем пропитки его водным раствором соляной кислоты?.....	67
8.44. Почему добавки НКК и НКХК дефицитны? Можно ли их приготовить из индивидуальных кристаллических веществ в построечных условиях?.....	68
Список использованной литературы.....	70

Ружинский Сергей Иванович

ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ

(из серии «Эффективное строительство.
Секреты мастерства»)

Редактор Л.А. Кузьменко

Подписано в печать 03.12.2003

Формат 60х84 1/16. Бум. офс. №2. Офс. печ.

Усл. печ. л. 4,2. Уч.-изд. л. 4,65. Т. 1000 экз. Заказ 575. Цена свободная

Издательский центр «ХАИ»

61070, Харьков-70, ул. Чкалова, 17

E-mail: izdat@khai.edu

"ЭФФЕКТИВНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО"
СЕКРЕТЫ МАСТЕРСТВА

ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ



При помощи противоморозных добавок можно

- строить без забот круглый год;
- построить Госпром и ХТЗ, Магнитку и Воркуту;
- при этом
- экономить цемент;
- отказаться от пропарки бетона;
- использовать низкомарочные цементы.

А можно

- утереть нос и отравиться;
- выбросить на ветер \$30 млн.;
- разукрасить кладку высолами;
- обеспечить вечную сырость в помещении;
- обрушить штукатурку;
- испортить электропроводку.



На опыте лучших строителей мира, простым и доступным языком написана брошюра "Противоморозные добавки" из серии "Эффективное строительство. Секреты мастерства"

Прочтя её

- разберётесь в теории;
- уясните суть проблемы;
- убережётесь от ошибок;
- избежите случайностей;
- поймёте, как лучше;
- сделаете правильно;
- сэкономите деньги.



БИБЛИОТЕКА СТРОИТЕЛЯ



"ЭФФЕКТИВНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО"
СЕКРЕТЫ МАСТЕРСТВА

ПРОТИВОМОРОЗНЫЕ ДОБАВКИ

