

НОВЫЙ ПОДХОД К МОДИФИКАЦИИ БЕТОНОВ

До недавнего времени в основе создания новых добавок в бетон лежало использование свойств различных химических соединений и характера их взаимодействия с компонентами бетонной смеси. Однако в последние годы в этой отрасли был совершен настоящий прорыв. Химикам BASF впервые удалось синтезировать новые соединения специально под потребности производителей бетона: эфиры полиарилов стали основой инновационной серии добавок MasterPolyheed, положив начало очередному этапу развития отрасли.

Действие полиарилов на бетон комплексное. Эти добавки одновременно влияют на водопотребность смеси, вязкость и прочие реологические характеристики. Кроме того, влияя на процессы взаимодействия клинкерных минералов с водой, полиарилов модифицируют действие других добавок, в том числе управляющих скоростью гидратации. Эта особенность позволяет эффективно использовать MasterPolyheed в сложных комплексных продуктах различного действия, например в добавках для зимнего бетонирования и в добавках для промышленных полов.

Новое слово в зимнем бетонировании

Как известно, скорость и полнота протекания любого химического процесса зависят от температуры, и скорость реакции между цементом и водой – не исключение. При температурах ниже +15°C она существенно снижается, при +5°C измеряется уже не часами, а сутками, а при 0°C и ниже останавливается вообще. Однако существуют вещества, которые значительно ускоряют гидратацию минералов цементного клинкера и процессы формирования в твердеющем цементном камне структуры внутренних, очень мелких пор и капилляров и (или) повышают растворимость минералов, составляющих клинкерную часть цемента, тем самым ускоряя его гидратацию. Именно в этом заключается механизм действия противоморозных добавок, а вовсе не в предотвращении замерзания раствора или бетона.

Для завершения химических процессов гидратации достаточно 22-30% воды от массы цемента. Точная величина водоцементного отношения (В/Ц) нормируется заводом-изготовителем и зависит от требуемой подвижности бетонной смеси, минералогических особенностей сырья, условий производства, вида цемента, тонкости помола и др.

Учитывая, что часть воды уходит на смачивание заполнителей и расходуется в процессе испарения, для летнего периода оптимальное В/Ц будет равно примерно 0,5. При этом соотношении практически вся вода израсходуется в реакциях гидратации цемента и испарится за 28 суток. Повышение В/Ц вызывает появление свободной воды, которая снижает все показатели цементного камня, в пер-

вую очередь скорость схватывания, конечную прочность и эксплуатационную долговечность. Летом это практически незаметно, но при температурах ниже +15°C влияние свободной воды становится определяющим, а при +5°C и ниже – решающим в процессе схватывания цемента.

Наибольшим водоредуцирующим эффектом обладают добавки на основе эфиров поликарбоксилатов (PCE), но они не имеют широкого применения в производстве товарного бетона, поскольку довольно требовательны к качеству инертных материалов и могут по-разному работать с различными типами цементов. Также возможны ошибки ввиду небольших дозировок. Наконец, высокая стоимость добавок на основе PCE делает их использование невыгодным.

Добавки на основе полиарила, как и PCE, обладают мощным пластифицирующим и водоредуцирующим действием, но пластифицирующий эффект значительно мягче, а водопотребность смеси при этом снижается на величину до 30%. В результате бетонные смеси имеют очень низкую вязкость (в отличие от PCE), что значительно повышает их удобоукладываемость и облегчает прокачиваемость бетононасосом. К тому же новые добавки намного менее требовательны к инертным материалам и универсальны в применении со всеми типами цементов. Поэтому в комплексе с ускорителями гидратации добавки на основе эфиров полиарилов становятся наиболее эффективным решением для зимнего бетонирования.

Вопросы вязкости бетона

В течение последних десятилетий основным параметром, характеризующим реологические свойства подвижных бетонных смесей и регламентированным российскими нормативами, была марка по удобоукладываемости, характеризующаяся величиной осадки конуса. В ГОСТ 7473-2010 появился параметр «Расплыв конуса», который также характеризует удобоукладываемость подвижных бетонных смесей П4-П5.

При этом каждый технолог согласится, что осадка и расплыв конуса не являются показателями, абсолютно и полно характеризующими вязкоупругие свойства бетонной смеси. Так, при одинаковой величине осадки конуса разные бетоны могут иметь совершенно разную структурную вязкость. Обладая одинаковой удобоукладываемостью по ГОСТу, эти смеси будут по-разному перекачиваться бетононасосом, обладать разной обрабатываемостью, по-разному заполнять формы. Удобство работы с ними также будет разным.

Особенно актуальными показатели вязкости стали с развитием монолитного строительства, где широко используются бетононасосы и возрастают требования по энергоэффективности перемешивающих и перекачивающих агрегатов. Особые требования по вязкости предъявляются

и к бетонам для получивших широкое распространение полов с упрочненным верхним слоем.

Неудивительно, что в ЕС показатели вязкости бетонной смеси внесены в руководящие документы. Так, в нормах EN 12350 регламентированы испытания бетонной смеси не только на осадку конуса, но и методы T500, метод испытания в V-образной воронке, метод испытания в L-образном ящике и другие. Используются также прямые методы испытаний в вискозиметрах и реометрах.

Одним из недостатков добавок на основе PCE является увеличение вязкости приготовленной бетонной смеси, особенно при повышенных дозировках. Это существенно ограничивает область применения поликарбоксилатов. Поэтому для BASF приоритетной задачей было создание серии добавок, которые по своим водоредуцирующим свойствам не уступали бы поликарбоксилатам, но в то же время не повышали бы вязкость бетонной смеси. Результатом ее решения и стали добавки MasterPolyheed, которые не только снижают водопотребность и эффективно взаимодействуют с ускорителями гидратации, но также влияют на реологические свойства бетонных смесей.

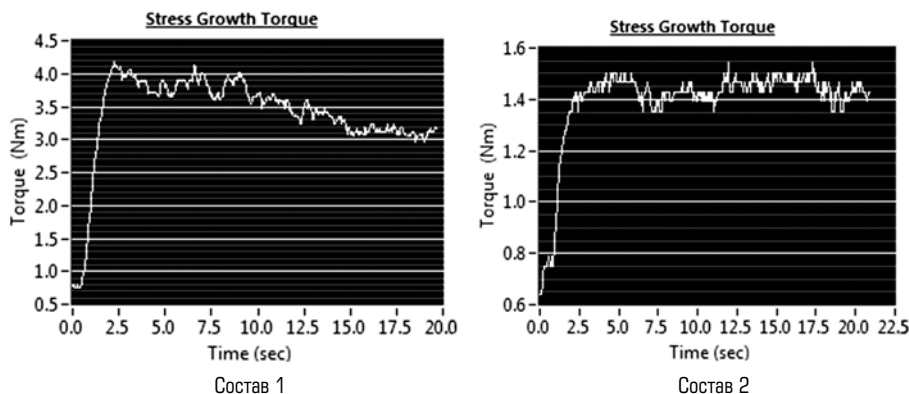
Сравнение MasterPolyheed и добавок на основе PCE

В BASF провели испытания (см. табл.) и сравнили вязкость и предельное напряжение сдвига равноподвижных составов с распылом конуса 600 мм, приготовленных с использованием суперпластификатора на основе PCE (1) и на основе эфира полиарилов (2).

№ состава	1	2
Расход цемента, кг	420	420
Расход воды, л	150	165
Расход песка, кг	800	800
Расход щебня, кг	910	910
Расход минеральной добавки, кг	70	70
Расход добавки-суперпластификатора, %	0,8	0,8
Распływ конуса, мм	600	600
Предельное напряжение сдвига, Па, по ICARRheometer	972,7	359,4
Вязкость смеси, Па·с, по ICARRheometer	133,4	49,2
Время протекания через V-образную воронку, сек., по EN12350	27	14

Расход воды в составе №1 был принят на 15 литров меньше, поскольку при дозировке более 150 л начиналось водоотделение и расслоение смеси. Это показывает, что новая добавка MasterPolyheed при прочих равных условиях оказывает стабилизирующее действие на бетонную смесь и позволяет вводить в нее больше воды, чем при использовании поликарбоксилата.

Показания реометра, который измеряет предельное напряжение сдвига, приведены на рисунке.



Требования по вязкости – в центре внимания

Как было отмечено выше, в ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия» регламентированы показатели удобоукладываемости бетона, но нет требований по его вязкости. В то же время в стандартах организаций (СТО), ответственных за возведение крупных объектов, эти требования указываются все чаще.

Так, в СТО СРО-С 60542960 00014-2014 корпорации «Росатом» в п. 9.7 раздела 9 «Требования к технологическим параметрам приготовления, транспортирования, укладки и уплотнения бетона» указано, что при испытании на распływ конуса время растекания бетонной смеси до диаметра 500 мм должно быть не больше 2 секунд (испытание по EN 12350-8). Достичь таких показателей при использовании традиционных добавок на основе PCE непросто, поскольку смесь имеет повышенную вязкость. Однако с использованием новых добавок серии MasterPolyheed задача решается достаточно легко.

Другой пример – СТО 01386148-003-2013 ПАО «Мостотрест», где в пункте 5.2.1.18 указано, что класс самоуплотняющейся бетонной смеси по вязкости должен приниматься VF1 по EN 12350-9:2010, ERMCO, что соответствует времени протекания через V-образную воронку не более 8(+2) секунд, а также VS1 по EN 12350-8:2010, ERMCO, что соответствует времени распльва (растекания) стандартного конуса до диаметра 500 мм не более 2 секунд (так называемый показатель T500). Бетонную смесь СУБ с подобными характеристиками также нелегко приготовить на основе эфиров поликарбоксилатов, но вполне возможно с использованием новых добавок BASF Polyheed.

Сравнивая новый класс добавок MasterPolyheed на основе эфира полиарила с традиционными, без преувеличения, можно констатировать шаг вперед в производстве бетонных смесей. Благодаря исследованиям разработаны вещества, позволяющие получать бетонные смеси с пониженной вязкостью и повышенной долговечностью. Кроме этого, сами добавки нетребовательны к инертным материалам и универсальны в применении со всеми типами цементов. Это открывает новые возможности для производства сборного железобетона, товарного бетона и для зимнего бетонирования.

Пресс-служба компании «BASF Строительные системы»