

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 691.54

М. Н. ДОЛГАЧЕВА, старший преподаватель, М. Г. ОСМОЛОВСКАЯ, старший преподаватель, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ И ДОЗИРОВАНИЯ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК В БЕТОННЫЕ СМЕСИ С УЧЕТОМ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО И ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЦЕМЕНТА

Рассмотрено современное представление о процессах, происходящих при гидратации цемента: формирование кристаллогидратов и структуры цементного камня, который образуется в результате процесса гидратации и твердения цемента, с учетом трехстадийного формирования его структуры согласно В. Н. Бойкову. Гидратацию цемента условно разделяют на три стадии: растворения, коллоидную и кристаллизационную. Благодаря современным представлениям о гидратации и формировании кристаллогидратов при твердении цемента стало возможной современная, более детальная разработка научных основ защиты бетона и железобетона от коррозии, повышение его долговечности, улучшение потребительских качеств, снижение расхода цемента и энергозатрат при его производстве. В связи с этим появилась возможность более широкого использования современных технологий дозирования пластифицирующих добавок при производстве монолитных железобетонных работ в зимних условиях.

Коррозийная стойкость бетона зависит от проницаемости цементного камня и бетона для жидких и газообразных агентов (раздражителей, которые делятся на группы суперпластификаторов), а также от реакционной способности цементного камня при воздействии тех же агрессивных агентов, то есть дифференциальной пористости и фазового состава цементного камня.

В основе резкого изменения свойств бетона лежат происходящие в цементной системе сложные коллоидно-химические и физические явления, которые поддаются воздействию модификаторов, и отражаются в конечном счете на фазовом составе, пористости, прочности и долговечности цементного камня.

Первая группа раздражителей. *Раздражитель С-3.* Добавка на основе натриевых солей продуктов конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида. Жидкость темно-коричневого цвета или неслеживающийся порошок, хорошо растворимый в воде.

Раздражитель СМФ (модификация раздражителя С-3). Смесь полимерных соединений разной молекулярной массы, получаемая при конденсации сульфокислот нафталина и П-фенолсульфатокислоты с формальдегидом, нейтрализованная едким натром. Водный раствор коричневого цвета.

Дофен ДФ. Продукт поликонденсации сульфатокислот нафталина, его производных и аналогов с формальдегидом с использованием мочевых кислот – отходов производства очищенных сортов нафталина. Жидкость темно-коричневого цвета.

Суперпластификатор 10-03. Олигомерный продукт поликонденсации сульфированного триметиллолмеланина. Прозрачная, слегка желтоватая жидкость.

Суперпластификатор НКНС 40-03. Добавка, представляющая собой смесь натриевых солей продуктов поликонденсации с формальдегидом сульфированных ароматических углеводородов, выделяемых при каталитическом крекинге и пиролизе нефтепродуктов. Водный 20%-й раствор без цвета и запаха.

Меламинформальдегидная анионоактивная смола марки МФ-АР. Продукт поликонденсации меламин, формальдегида и сульфанилата натрия. Прозрачная желтоватая жидкость. Не допускается разогрев острым паром.

Вторая группа. *Аплассан АН Л.* Продукт переработки сульфатосодержащих отходов акрилатных производств. Жидкость темно-коричневого цвета. Имеет слабощелочную реакцию. По своему действию пластификатор – стабилизатор. Бетонная смесь обладает значительной тиксотропией и повышенной удобоукладываемостью при вибрационном воздействии. При передозировке возможно замедление темпа твердения.

Лигнопан Б-3. Продукт из фракционированных лигносульфонатов, неорганических солей простых эфиров целлюлозы и сополимеров акрилового ряда. Обладает стабилизирующим эффектом, уменьшая раствор- и водоотделение. Лигноссульфанат технический модифицированный ЛСТМ-2. Продукт взаимодействия технических лигносульфонатов натрия и водорастворимой карбамидной смолы. Вязкая темно-коричневая или темно-желтая жидкость, хорошо растворимая в воде.

Модифицированные лигносульфонаты ЛТМ: ХДСК-1 – модификация механохимической обработкой щелочью; ХДСК-3 – то же с введением полиэтиленгликолей; МТС1 – введение высших жирных спиртов или отходов их производства.

Сильнопластифицирующие добавки зарубежных производителей:

Бетокем ЛП (Betokem LP). Добавка на основе модифицированных и не содержащих сахаров лигносульфонатов. Фирма-производитель – Betongkiemisk (Норвегия).

ВРДА (WRDA). Добавка на основе модифицированных и не содержащих сахаров лигносульфонатов. Фирма-производитель – Grace (Великобритания).

Пластимент БВ40 (Plastiment BV40). Добавка на основе модифицированных и не содержащих сахаров лигносульфонатов. Фирма-производитель Sika (Франция).

ФН Ликвидат ВС (VN Liquidat WS). Продукт на основе модифицированных лигносульфонатов, не содержащих сахаров. Фирма-производитель – Woergarm (ФРГ).

Аддимент БВ 3 (Addiment 3). Продукт в виде жидкости коричневого цвета с плотностью 1,12 кг/л; придает бетонам и растворам гидроизоляционные свойства. Не содержит веществ, вызывающих коррозию арматуры. Рекомендуемая дозировка – 0,2–0,55 % массы цемента. Производитель – Addiment Sika (ФРГ).

Третья группа. *Лигносальфонат технический ЛСТ.* Продукт, образующийся при переработке древесины в процессе получения пищевых или кормовых дрожжей. Вязкая жидкость темно-коричневого цвета, хорошо растворимая в воде.

Сплав дикарбоновых кислот ПДК. Смесь адипиновой, глутаровой и янтарной кислот, формальдегида и моноэтаноламина. Темно-коричневая жидкость с резким запахом. Обладает очень низкой воздухоовлекающей способностью и выраженным ингибирующим действием.

Водорастворимый препарат С-1. Продукт поликонденсации салициловой кислоты, формальдегида и моноэтаноламина. Темно-коричневая жидкость с резким запахом. Обладает очень низкой воздухоовлекающей способностью и выраженным ингибирующим действием.

Водорастворимые препараты ВРП-1 и ВРИ-Э50. Смесь натриевых солей продуктов конденсации салициловой кислоты с формальдегидом. Густые жидкости светло-коричневого цвета, не замерзают до минус 60 °С.

Лигнопан Б-1. Высокоактивный пластификатор на основе лигносульфонатов, эфиров целлюлозы и сополимеров акрилового ряда для бетонов и растворов. Темно-коричневый раствор 30%-й концентрации или порошок, легко растворимый в воде.

Пластификатор 20-03. Обработанный отход акрилатных производств. Жидкость коричневого цвета с резким запахом.

Мелассная упаренная последрожжевая барда УПБ. Смесь гумусовых веществ и минеральных солей, отход производства при изготовлении кормовых дрожжей. Густая сиропобразная темно-коричневая жидкость с запахом жженого сахара.

Монолит М-1. Смесь сульфированных фенолоформальдегидных олигомеров.

Составление рабочей программы исследований.

Суперпластификатор С-3.

Технические данные. Внешний вид: порошок светло-коричневого цвета или жидкость темно-коричневого цвета. Допускается осадок. Плотность – 1160 кг/м.

Дозировка: 0,4 % от массы цемента по сухому веществу.

Действие: повышает однородность бетонной смеси; увеличивает подвижность бетонной смеси с П1 до П5; резкое повышение удобоукладываемости бетонных смесей без снижения прочности и долговечности бетона; при использовании водоредуцирующих свойств сокращение расхода цемента, повышение морозостойкости, водонепроницаемости.

Преимущества использования пластификатора С-3. Применение суперпластификатора позволяет увеличить подвижность бетонной смеси от П1 до П5; снизить водопотребность при затворении вяжущего вещества на 20–25 %; увеличить конечные прочностные характеристики до 25 % и более; и сроки схватывания и живучесть бетонной смеси; в 1,5–1,6 раза увеличить сцепление бетона с закладной арматурой и металлоизделиями;

получить «литые» бетоны с повышенной влагонепроницаемостью, трещино- и морозостойкостью (350 циклов); снизить расход цемента (на 20 %). Применение С-3 (СП-1) позволяет снизить энергетические затраты (при вибрации, ТВО) на 30–50 %, а в ряде случаев и полностью отказаться от дополнительных энергозатрат.

Область применения. Предназначен: для тяжелых бетонов при изготовлении монолитных и сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций класса по прочности на сжатие С12/15 и выше; мелкозернистого бетона класса С8/10 и выше; легких бетонов классов по прочности на сжатие В7,5 и выше.

Возможность использования для производства: монолитного бетона в зимних условиях; железобетонных изделий нормального твердения; бетонов на пористых заполнителях; мелкоштучных элементов.

Расчет оптимальных дозировок пластификатора С-3 бетонных смесей с учетом минералогического и вещественного состава цемента. С целью рационального использования эффектов пластификаторов в ресурсосберегающей технологии бетона предложена методика их расчета с учетом количественного, минералогического и вещественного состава цемента в общей схеме расчета эффективного состава бетона при низкой энергоемкости их изготовления с комплексом строительно-технических свойств. Применение добавок-пластификаторов в настоящее время стало неотъемлемой частью технологического процесса в производстве бетонных смесей благодаря радикальному процессу в исследованиях физико-химических поверхностных явлений и контактных взаимодействий в цементных системах. В то же время назначение дозировок наиболее изученных добавок пластификаторов и суперпластификаторов производится практически произвольно в широких пределах, рекомендуемых различными литературными или нормативными источниками вне связи с химико-минералогическими и вещественными составами применяемых цементов, но с введением дополнительных нестандартизированных лабораторных испытаний, применяемых обычно факультативно только для исследований механизма действия добавок.

Например, получен способ определения адсорбции суперпластификатора С-3 на гидратирующемся цементе, что существенно осложняет получение достоверных данных ввиду образования из цемента и воды новообразований. Например, поверхность гидратирующихся зерен силикатов кальция (С3S, С2S) покрывается более толстым слоем адсорбтива по сравнению с цементом, в котором больше минерала С3А. В этом случае сказывается различие в адсорбционном эффекте минералов цемента, а также активных минеральных добавок (АМД).

Величина адсорбции С-3 на различных АМД практически одинакова и составляет порядка 0,1 м²/г. Однако для обеспечения желаемого эффекта требуются различные дозировки добавок для цементов, содержащих различные виды АМД, отличающихся гидравлической активностью.

В результате эффективность действия пластифика-

торов оказывается заниженной, и часто весьма существенно, т. к. любые отклонения от оптимума приводят к неполному использованию пластифицирующего эффекта добавок либо к ухудшению качества твердеющего бетона, а в случае дорогих суперпластификаторов – к возможному их перерасходу, т. е. применение таких дозировок, при которых положительный эффект исчерпан, а затраты, следовательно, завышены.

Эмпирическая корректировка назначения дозировок пластификаторов в поточном производстве при применении характеристик используемых цементов в условиях строительной лаборатории крайне трудоемка, неоперативна и требует более конкретных ориентиров.

Учитывая, что механизм действия различных пластификаторов имеет свои особенности, то технология расчетов для различных видов пластификаторов имеет свои отличия. При этом сам принцип решения задачи оптимизации этой группы добавок является общим.

Получено 10.12.2013

M. N. Dolgacheva, M. G. Osmolovskaya. Research of plasticizers application and dosing in concrete mixtures with the regard of mineralogical and substantial structure of cement.

The current understanding of the processes taking place during the hydration of cement: the formation of the crystalline structure and the cement, which is produced by the process of hydration and hardening of cement, with the three stepwise formation of its structure according Boikov VN. Cement hydration is conventionally divided into three stages; dissolution, and colloidal crystallization. Thanks to modern concepts of hydration and the formation of crystalline hydrates hardening cement, made possible the modern development of more detailed scientific basis for the protection of concrete and reinforced concrete from corrosion, increasing its durability, improved consumer properties, reduce the consumption of cement and energy in its production. In this regard, there was greater use of modern technology dosing plasticizers in the manufacture of monolithic concrete work in the winter.

Список литературы

- 1 **Баженев, Ю. М.** Технология бетона : учеб. / Ю. М. Баженев. – М. : Изд-во АБС, 2002. – 580 с.
- 2 Руководство по применению химических добавок к бетону. – М. : Стройиздат, 1975. – 38 с.
- 3 Пособие по применению химических добавок при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий (П1–99 к СНиП 3.09.01–85). – М. : Стройиздат, 1989. – 39 с.
- 4 Строительный каталог (СК-4). Химические добавки для бетонов и строительных растворов. Вып. 1, 2. – М., 1987; вып. 3, 4. – М., 1998; вып. 5, 6. – М., 1990.
- 5 ТУ 5745-009-57330160-07. Технические условия. Добавка комплексная для бетонов «Хидетал ГП-9». – Новозыбков, 2007. – 14 с.
- 6 **СТБ 1112-98.** Добавки для бетонов. Общие технические условия. – Минск, 1999.
- 7 **Звездов, А. И.** Технология бетона и железобетона в вопросах и ответах / А. И. Звездов. – М. : Стройиздат, 1998. – 215 с.