

## ПРИМЕНЕНИЕ ДОБАВОК ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНОВ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Одновременно с классическим способом строительства мостовых конструкций с предварительно напряжёнными элементами в Словакии в последние годы всё в большей мере применяется технология монолитного дополнительно напряжённого бетона. Если 10 лет назад бетонные мостовые конструкции на 90 % строились из сборного железобетона, то сегодня только около 40 %. Остальные 60 % мостовых конструкций строятся из монолитного бетона.

Требования к бетону, применяемому для строительства монолитных мостовых конструкций, вытекают из технологического метода его производства, транспортировки, укладки и твердения в конструкции. Коротко их можно охарактеризовать следующим способом:

1. Минимальная потеря подвижности бетона во время транспортировки до места укладки. Бетонные смеси классов В35–В50 производятся на центральных бетонных заводах. Подвижность изготавливаемых смесей находится в пределах 16..18 см осадки конуса, а на стройку они транспортируются автобетоносмесителем. Впоследствии с помощью бетононасосов смеси укладываются в плотно армированные конструкции. Производство, транспортировка и укладка бетона длится 30..60 минут. В течение этого времени бетон должен, по возможности, минимально менять подвижность, чтобы его легко можно было перекачивать, хорошо заполнять пространство между арматурными каркасами, легко уплотняться и после распалубки иметь красивую поверхность. При укладке его подвижность не должна быть меньше 12 см осадки стандартного конуса.
2. Быстрый рост прочности бетона, уложенного в конструкции из-за непрерывного хода строительства. Поскольку после достижения 80 % проектной прочности возможно предварительное напряжение бетона в конструкции.

Выбор добавок для бетонов монолитных мостовых конструкций с точки зрения технологии производства бетонных смесей должен отвечать следующим требованиям:

- высокая подвижность производимых бетонных смесей, осадка конуса 16..18 см
- целенаправленное замедление твердения бетона во время транспортировки на стройплощадку (30..60 мин)
- быстрый рост прочности бетона сразу после укладки в конструкцию (80 % проектной прочности на 3 сутки)

Приведенные противоположные требования можно выполнить подходящей комбинацией добавок для бетона, причём, можно поступать следующим способом:

- применение комбинированной добавки. Это целенаправленно изготовленные добавки, состоящие из пластификатора с замедляющим действием, например, лигносульфоната и суперпластификатора нафталинового или меламинформальдегидного типа. Дозы этих добавок находятся в пределах 0,8–1,5 % от массы цемента;
- применение добавок нафталинового или меламинформальдегидного типа в дозах 0,8–1,8 % от массы цемента с одновременным применением подходящего модификатора вязкости. Модификаторами вязкости являются химически приготавливаемые производные полисахаридов. После смешения цемента с водой они абсорбируются на поверхности цементных зёрен и препятствуют проникновению

воды к этим зёрнам. Одновременно они препятствуют испарению воды из бетонной смеси при высокой температуре. Таким способом достигается стабильность подвижности бетона в течение 1..2 часов, так как эти добавки проявляют замедляющее действие. Применяются как 3..5 % растворы в дозах 0,1÷0,2 % от массы цемента.

При бетонировании при низких температурах применяются только суперпластификаторы, или, если бетонирование осуществляется при отрицательных температурах, применяются одновременно и ускорители твердения в пределах 1,0÷1,8 % от массы цемента.

Применение суперпластификаторов на основе поликарбоксилатов. Поликарбоксилаты имеют структуру молекул, упорядоченную таким образом, что одновременно с высоким водовосстанавливающим действием обеспечивают длительное время (1..2 часа) постоянную подвижность изготовленного бетона. Дозированием 30..33 % растворов получают дозы 0,5÷1,2 % от массы цемента. Применение поликарбоксилатов при обычных температурных условиях является беспроблемным, однако при температурах ниже 10..15 °С необходимо их комбинировать с ускорителями твердения.

В случае неисправности насоса на стройплощадке или другого незапланированного простоя рекомендуется иметь под рукой суперпластификатор или комбинированную добавку. Их дополнительным дозированием в автобетоносмесителе в количествах 0,1÷0,3 % от массы цемента можно и после 2 часов транспортировки дополнительно увеличить подвижность бетона в автобетоносмесителе.

Ускорители твердения обычно применяются только при бетонировании при температурах ниже 5 °С или при отрицательных температурах. Используются для того, чтобы гидратационное тепло, образующееся в результате ускоренной гидратации цемента, защищало бетон, уложенный в конструкцию, от замерзания. Дозируются в пределах 1,0÷1,8 % от массы цемента.

При бетонировании при отрицательных температурах далее необходимо применять горячую воду затворения (температура бетона 10 °С), суперпластификатор (1,0÷1,8 %) и портландцемент без добавок.

Воздухововлекающие добавки применяются для бетонирования тех частей конструкции, которые будут находиться под влиянием действия воды, солей и мороза.

Единственная разница их использования в транспортируемых бетонах состоит в том, что в течение транспортировки бетона в автобетоносмесителе после 30..60 минут содержание воздуха в бетонной смеси возрастает на 1..2 %. Поэтому при транспортировке на более длинные расстояния важно необходимое количество воздухововлекающей добавки определять на основе измерений содержания воздуха в бетоне на стройплощадке.

В Отраслевой научно-исследовательской лаборатории модифицированного бетона совместно с фирмой «Стахема» г. Братислава и Фанипольским заводом мостовых конструкций были проведены производственные испытания таких добавок.

Для изготовления бетона с добавками использовались следующие материалы: портландцемент М500 Д0; песок кварцевый; щебень гранитный фракции 5..10 и 10..20 мм; добавка суперпластификатор С-3 (раствор 13 % концентрации); добавка суперпластификатор Стахемент-Е (раствор 35 % концентрации); добавка поликарбоксилата; воздухововлекающая добавка СНВ (раствор 5 % концентрации); воздухововлекающая добавка «Поролан» (готовый раствор);

Класс бетона В35. Требуемая подвижность бетонной смеси 5..8 см.

Требуемая прочность бетона после тепловой обработки 80 % от марочной (36,0 МПа). Состав бетона: Цемент = 445 кг; Песок = 682 кг; Щебень фракции 5..10 мм = 242 кг;

Щебень фракции 10..20 мм = 918 кг; Вода до получения требуемой подвижности.

Контрольные образцы-кубы размером 100×100×100 мм изготавливались в лаборатории из бетонной смеси отобранной на месте укладки бетона, уплотнялись вибрированием на лабораторной виброплощадке и пропаривались в лабораторной пропарочной камере по режиму: 4 часа выдержки, 5 часов подъем температуры до 70°C, 8 часов изотермическая выдержка, 5 часов охлаждение. Часть образцов хранилась в камере нормально-влажностного твердения при температуре 18..20 °С в естественных условиях. Результаты испытаний бетона после тепловлажностной обработки представлены в табл. 1, 2, 3.

Результаты проведенных экспериментов показали, что при использовании добавок суперпластификаторов-ускорителей прочность бетона после тепловой обработки превышает требуемую в 1,3÷1,5 раза, а для бетона нормально влажностного твердения практически ей соответствует. Содержание воздуха в бетонах в требуемых пределах гарантирует получение морозостойких и долговечных бетонов.

Правильное и целенаправленное использование таких добавок для бетона позволяет технологам на бетонных заводах модифицировать свойства свежего и затвердевшего бетона в зависимости от самых различных требований строительного производства. Одновременно оно решает ряд проблем при производстве высококачественных и долговечных бетонов в разных климатических условиях. Самым важным качеством бетонных конструкций в будущем будет их наиболее высокая долговечность и высокое качество. С этой точки зрения применение добавок для бетона является необходимым, и оно стало неотъемлемой частью всех технологий бетонирования.

Таблица 1.

Номер состава	Вид и количество добавок, л	Осадка конуса, см	Условия твердения	Содержание воздуха, %	Прочность бетона в возрасте 1 сутки после ТВО, МПа
1	С-3-16л. СНВ-1л	8	Тепловая обработка	8,0	32,9
2	Стахемент F -5,5л.	6	Тепловая обработка	3,1	50,1
3	Стахемент F -5,5л. Поролан- 0,6л.	10,5	Тепловая обработка	2,4	45,1
4	Поликарбонат – 2,4л.	10	Тепловая обработка	3,1	42,4
5	Стахемент F -5,5л. Поролан- 0,8л.	5	Тепловая обработка	3,9	42,0
6	С-3-16л. СНВ-0,5л	6,5	Тепловая обработка	4,5	32,2
7	Стахемент F -5,5л. СНВ-0,5л	6	Тепловая обработка	2,7	43,6

Таблица 2.

Номер состава	Вид и количество добавок, л	Осадка конуса, см	Условия твердения	Содержание воздуха, %	Прочность бетона в возрасте 1 сутки, МПа	Прочность бетона в возрасте 2 суток, МПа
1	С-3-16л. СНВ-1л	8	Естественное твердение	8	14,8	23,5
2	Стахемент F -5,5л.	6	Естественное твердение	3,1	26,1	35,6
3	Стахемент F -5,5л. Поролан-0,6л.	10,5	Естественное твердение	2,4	23,0	34,0
4	Поликарбо-ксилат -2,4л.	10	Естественное твердение	3,1	20,4	32,1
5	Стахемент F -5,5л. Поролан-0,8л.	5	Естественное твердение	3,9	22,6	34,8
6	С-3-16л. СНВ-0,5л	6,5	Естественное твердение	4,5	12,9	22,9
7	Стахемент F -5,5л. СНВ-0,5л	6	Естественное твердение	2,7	23,8	33,6

Таблица 3.

Номер состава	Вид и количество добавок, л	Осадка конуса, см	Условия твердения	Содержание воздуха, %	Прочность бетона в возрасте 28 суток после ТВО, МПа
1	С-3-16л. СНВ-1л	8	Тепловая обработка	8	47,1
2	Стахемент F -5,5л.	6	Тепловая обработка	3,1	57,0
3	Стахемент F -5,5л. Поролан- 0,6л.	10,5	Тепловая обработка	2	50,6
4	Поликарбоксилат - 2,4л.	10	Тепловая обработка	3,1	51,1
5	Стахемент F -5,5л. Поролан- 0,8л.	5	Тепловая обработка	3,9	52,7
6	С-3-16л. СНВ-0,5л	6,5	Тепловая обработка	4,5	46,6
7	Стахемент F -5,5л. СНВ-0,5л	6	Тепловая обработка	2,7	58,7