

УДК 666.97

Технологические факторы, обеспечивающие выполнение проектных требований к бетону

Светлана Александровна ПОДМАЗОВА, кандидат технических наук, e-mail: concrete15@mail.ru
 НИИЖБ им. А. А. Гвоздева ОАО «НИЦ «Строительство», 109428 Москва, 2-я Институтская ул., 6, корп. 5

Аннотация. Рассмотрено взаимодействие между проектировщиком, подрядчиком (строителем) и производителем бетонной смеси с целью обеспечения проектных характеристик бетона конструкций. Показана закономерность между водоцементным отношением (прочностью), марками по водонепроницаемости и морозостойкости.

Ключевые слова: технологические факторы, проектирование составов, прочность, марка по водонепроницаемости, марка по морозостойкости.

TECHNOLOGICAL FACTORS ENSURING THE EXECUTION OF DESIGN REQUIREMENTS FOR CONCRETE

Svetlana A. PODMAZOVA

Abstract. The cooperation of a designer, a contractor (builder) and a manufacturer of concrete mix for the purpose of ensuring design characteristics of concrete for structures is considered. The relationship among water-cement ratio (strength), waterproof and frost resistance grades is shown.

Key words: technological factors, design of compositions, strength, waterproof grade, frost resistance grade.

Начиная с 1990-х гг. возрос объем производства бетона из готовых бетонных смесей (товарного бетона) для монолитных конструкций. Структура производства готовых бетонных смесей за прошедшее время изменилась. Если до 1990-х гг. выпускали бетон класса по прочности на сжатие до В20 (М250), то в настоящее время изготавливают бетон класса В100 (М1300), а бетоны общестроительного назначения — до класса В50 (М650). Такие бетоны требуют большего внимания к обеспечению качества возводимых железобетонных конструкций, которое зависит как от технологии производства бетонных смесей, так и от технологии выполнения бетонных работ на стройплощадке.

На этапе проектирования конструкций проектировщик определяет необходимые требования к бетону. В зависимости от несущей способности конструкции выбирают класс бетона по прочности, с учетом условий эксплуатации здания или сооружения — марки бетона по водонепроницаемости и морозостойкости. Однако приведенные в проекте требования по этим характеристикам нередко не увязаны между собой. Например, могут быть указаны низкие показатели по прочности бетона и недостижимые для этой прочности высокие показатели по водонепро-

ницаемости и морозостойкости. Назначенные проектировщиком технические характеристики бетона обязывают производителя работ (строителя) выполнять все необходимые проектные требования. После разработки проекта производства работ формируется заказ на поставку бетонной смеси. Строитель (подрядчик) вписывает в заказ на поставку все проектные характеристики бетона, а также исходя из условий бетонирования необходимые технологические параметры бетонной смеси.

Для того чтобы обеспечить все проектные требования, на бетоносмесительном узле разрабатывают составы бетона, которые уточняют путем пробных замесов с целью достичь требуемых показателей. Бетоносмесительный узел обязан выполнить при поставках все указанные требования, т. е. должно быть оперативное взаимодействие между проектировщиком, производителем работ на стройке и изготовителем бетонной смеси, что, к сожалению, бывает редко.

Проектировщик в одном случае может назначить класс по прочности, например, В15 и марку по водонепроницаемости W4, в другом — тот же класс по прочности В15 и W6, а в третьем — В15 и W8. Есть технологи, которые, прочитав в заказе «класс по прочности В15», бу-

дут отпускать бетон класса по прочности В15. Однако он не обеспечит при этом ни одну из указанных марок по водонепроницаемости. Более ответственный технолог, чтобы обеспечить сверхсложную характеристику бетона (в данном случае водонепроницаемость) запроектирует три разных состава: W4, тогда прочность получится В22,5, при W6 — будет уже В25 и при W8 — составит В30. Хотя бетон по прочности в накладных будет как бы класса В15. Очевидно, чтобы бетон удовлетворял всем проектным показателям, необходимо разработать состав, который соответствовал бы прежде всего более значимым характеристикам, тогда остальные заявленные требования будут выполнены сами собой.

При этом следует учитывать, что для товарного бетона, который используется при возведении монолитных конструкций, есть еще и другие важные технологические требования. Главное — это обеспечение заданной подвижности бетонной смеси в момент укладки в опалубку на объекте, что достигается путем применения в составе бетона водоредуцирующих добавок, обладающих одновременно эффектом замедления схватывания.

Для проектирования составов бетона необходима нормативная или

Таблица 1

| Факторы, обеспечивающие водонепроницаемость бетона | Марка по водонепроницаемости W | | | | | |
|--|--|-----|---|-----|---|------|
| | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| Класс бетона В | 22,5 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| Водоцементное отношение | 0,55 | 0,5 | 0,45 | 0,4 | 0,38 | 0,35 |
| Вид цемента | Общестроительного назначения или нормируемый по С ₃ А | | Нормируемый по С ₃ А или сульфатостойкий | | Нормируемый по С ₃ А или сульфатостойкий | |
| Добавки химические или органические/минеральные | Водоредуцирующие/пластифицирующие | | | | Водоредуцирующие/пластифицирующие или повышающие плотность бетона (снижающие проницаемость) | |

нормативно-технологическая документация, помогающая назначать соотношение компонентов в бетоне. В первую очередь указывают водоцементное отношение, а также определенное количество цемента и других составляющих. Действующие ныне Рекомендации [1] не учитывают закономерностей, приведенных в другом документе [2], а предлагают дополнительно разработать составы бетона и провести стандартные испытания для подтверждения обеспечения заданной морозостойкости и водонепроницаемости, т. е. предлагают процедуры довольно трудоемкие.

Согласно Руководству [2], в котором использованы результаты исследований НИИЖБ, величину водоцементного отношения предлагается назначать в зависимости от проектной марки по водонепроницаемости и марки по морозостойкости. В таблицах этого документа указано при каких требованиях по водонепроницаемости следует назначать предельное водоцементное отношение и какое водоцементное отношение (т. е. прочность) обеспечивает морозостойкость при определенном количестве циклов замораживания и оттаивания.

Следует отметить, что товарный бетон в тот период времени выпускали с прочностью при сжатии, как правило, не выше В20 (М250), поэтому рекомендации документа [2] практически не использовали при подборе составов бетона.

В НИИЖБ им. А. А. Гвоздева в последние годы проводили исследования для подтверждения и одновременно корректирования зависимости водонепроницаемость—прочность. Результаты исследований показали, что бетон обеспечивает определенную водонепроницаемость с некоторыми колебаниями в зависимости от уровня достижения средней прочности класса и определенную морозостойкость при заданной прочности.

Позднее все эти закономерности проверяли при проектировании составов бетона классов по прочности от В7,5 до В50 с подвижностью марок П3, П4, П5. В результате этого предложена стратегия разработки составов, в том числе производст-

Таблица 2

| Технологические факторы, обеспечивающие морозостойкость бетона | Марка по морозостойкости F | | | |
|--|-----------------------------------|--|---|---|
| | 75–100* | 200–300 | 400–600 | 700–1000 |
| | | 100** | 200 | 300 |
| Класс бетона В | > 20 | > 25 | > 27,5 | > 30 |
| Вид цемента*** по ГОСТ 10178–85* | Общестроительного назначения | Общестроительного назначения или нормируемый по С ₃ А | Нормируемый по С ₃ А или сульфатостойкий | Нормируемый по С ₃ А или сульфатостойкий |
| Расход цемента, кг/м ³ | > 300 | > 300 | > 320 | > 340 |
| Количество воды, л/м ³ | < 180 | < 180 | < 180 | < 180 |
| Водоцементное отношение | < 0,6 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,45 |
| Добавки по ГОСТ 24211–2008 | Водоредуцирующая/пластифицирующая | Воздухововлекающая и водоредуцирующая/пластифицирующая | | |
| Воздухововлечение, % | — | 3–4 | 4–6 | 5–7 |

* Морозостойкость всех видов бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий.

** Морозостойкость бетонов дорожных и аэродромных покрытий.

*** Вид цемента назначается в зависимости от вида и уровня химической агрессии.

Морозостойкость F200 для всех видов бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, можно обеспечить без применения воздухововлекающей добавки.

венных составов бетона. Лаборатория бетонов НИИЖБ при проектировании составов бетона, применяемого как в гражданском, так и в транспортном строительстве, исследовала бетоны с использованием цемента общестроительного назначения и водоредуцирующих/пластифицирующих добавок. Эксперименты подтвердили зависимости, приведенные в Руководстве [2], в той части, что водонепроницае-

мость, безусловно, зависит от водоцементного отношения (т. е. от прочности).

Результаты исследований начали использовать при разработке производственных норм. Впоследствии эти технологические параметры были представлены в виде таблиц в [3]. Впервые в нормативном документе сформулированы технологические требования для бетонов, при назначении которых обеспечиваются про-

ектные требования как по прочности, так и по водонепроницаемости и морозостойкости (табл. 1, 2 [3]).

Отдельно следует остановиться на морозостойкости. В ГОСТ 10060.0—95 [4] приведены два метода: первый, основной или базовый, метод для всех видов бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий (температура замораживания 18 ± 2 °С, водная среда насыщения и оттаивания), где как раз присутствуют марки от F50 до F1000, и второй базовый метод (насыщение и оттаивание происходит в среде 5 %-го раствора хлористого натрия, температура замораживания 18 ± 2 °С) для определения морозостойкости бетона, применяемого в дорожных и аэродромных покрытиях. Для этих сооружений марок бетона по морозостойкости значительно меньше от F100 до F300. В данном случае структура бетона или присутствие мелких закрытых пор в определенном объеме имеют такое же важное значение, как и прочность бетона. Исходя из повышенных требований по морозостойкости необходимо кроме водоредуцирующей добавки дополнительно применять структурообразующую (воздухововлекающую или газообразующую) добавку.

При достаточно большом количестве испытаний на морозостойкость получили зависимость морозостойкости от прочности бетона и количества пор при введении воздухововлекающей добавки.

Результаты исследований параметров морозостойкости также включены в норматив (табл. 2 [3]), откуда видно, что с повышением требований по морозостойкости увеличивается класс бетона по проч-

ности. Также в этом случае следует применять нормированный или сульфатостойкий цемент с фиксированным содержанием C_3A , а также поддерживать определенное воздухо содержание за счет использования воздухововлекающих добавок.

Европейский стандарт EN206 «Бетон. Технические требования, эксплуатационные характеристики, производство и контроль качества» предлагает предельные величины некоторых технологических параметров, при выполнении которых появляется возможность обеспечить защиту бетона в той или иной среде эксплуатации, в том числе при действии мороза. Эти параметры приведены в справочном приложении F этого стандарта. Однако в данном европейском стандарте отсутствует классификация бетона по водонепроницаемости и морозостойкости при эксплуатации в различных средах, поэтому требования указанной таблицы не могут быть перенесены в наши СНиПы и ГОСТы на бетон. Принятые в отечественных документах рекомендации по маркам морозостойкости и водонепроницаемости — это и есть, опосредованно, меры по защите бетона от коррозии с учетом различных сред эксплуатации.

Как известно, в соответствии с требованиями ранее действовавшего СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» в зависимости от среды эксплуатации назначается марка по водонепроницаемости, обеспечивая которую, бетон защищают во времени от того или иного не силового воздействия. В СП 28.13330.2010 [5] дана таблица «Среды эксплуатации», которая повторяет таблицу F из EN206.

Кроме того, в данном СП представлена таблица Д1 «Требования к бетонам в зависимости от классов сред эксплуатации», в которой, как нам представляется, сделана попытка сопоставить виды сред эксплуатации с требованиями по уровню водонепроницаемости и морозостойкости, т. е. признано основное положение, что защита бетона от коррозии при эксплуатации в разных средах в первую очередь зависит от выполнения требований по водонепроницаемости и морозостойкости.

Для того чтобы обеспечить эти показатели качества, необходимо при подборе составов бетона задавать определенные технологические параметры, как показано в табл. 1 и 2 и в стандарте [3].

На основании этого в нормах по бетону предлагается привести данные технологические параметры и в виде таблиц ввести их в пересматриваемый ныне ГОСТ 26633—91* «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по подбору составов тяжелых и мелкозернистых бетонов (к ГОСТ 27006—86) / Госстрой СССР. М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1990. 72 с.
2. Руководство по подбору составов тяжелого бетона / НИИ бетона и железобетона Госстроя СССР. М. : Стройиздат, 1979. 103 с.
3. СТО 40619399-001-2010. Бетоны мостовых конструкций. Технические условия.
4. ГОСТ 10060.0—95. Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие положения.
5. СП 28.13330.2010 «СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии».

НИИЖБ им. А. А. Гвоздева ОАО «НИЦ «Строительство»

- Разрабатывает нормы и стандарты по бетону и железобетону для отдельных предприятий и организаций в форме специальных и обычных технических условий, технологических регламентов, систем управления качеством продукции, различных правил и рекомендаций.
- Осуществляет разработку строительных норм и стандартов на проектирование, расчет и конструирование для новых видов изделий, узлов сопряжений конструкций.

109428 Москва, 2-я Институтская ул., 6, корп. 5. Тел/факс 8-499-174-77-24
E-mail: info@nii-zhb.ru; niizhb@niizhb-fgup.ru <http://www.niizhb-fgup.ru>