



Разработка методологии по назначению требований к бетону на стадии проектирования конструкций

Подмазова С.А., к.т.н.

НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО», Москва

01.12.2015 Москва



❖ Исторический экскурс

- ✓ Соотношение производства сборного железобетона и бетона для монолитных конструкций в СССР было ориентировочно 70% к 30% соответственно, т.к. учитывались природные условия нашей страны.

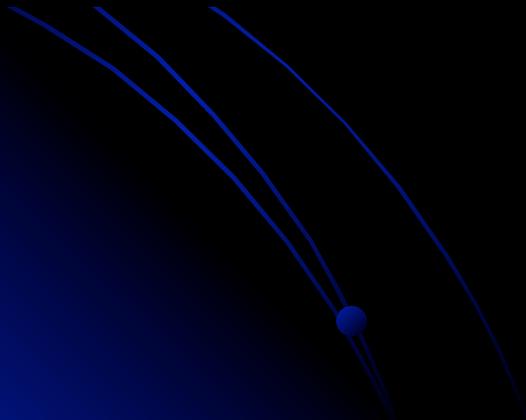


В настоящий период времени соотношение производства изменилось в сторону увеличения производства бетона для монолитного строительства (готовых бетонных смесей).

Сегодня в зависимости от региона объём готовых бетонных смесей приближается к 50-70%. И в основном это тяжелый бетон класса по прочности до В55.

❖ Назначение проектных требований к бетону.

- Проектные требования к сборному железобетону указаны в Технических условиях на изделие.
- Проектные требования к бетону монолитных конструкций устанавливает проектировщик на этапе проектирования.





Проектировщик назначает необходимые требования к бетону:

- класс бетона по прочности (в зависимости от несущей способности конструкции);
- марки бетона по водонепроницаемости и морозостойкости (в зависимости от условий эксплуатации здания или сооружения).

Однако назначаемые в проекте требования по этим характеристикам нередко сложно обеспечить.

Например: могут быть назначены низкие показатели по прочности и недостижимо высокие, при этой прочности, показатели по морозостойкости и водонепроницаемости.

❖ Примеры назначения проектных требований.

Бетон конструкций имеет одинаковую несущую способность, и проектировщик назначает класс бетона В30. При этом эта конструкция в зависимости от условий эксплуатации и на основании требований СНиП 2.03.11-85 (актуализированная редакция) или ГОСТ 31384 может иметь водонепроницаемость W6, W8, W10 или W14.

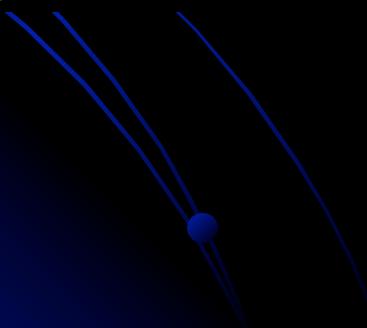
На БСУ по договору на поставку подрядчик (строитель) передаёт следующие проектные требования:

- В30 W6;
- В30 W8;
- В30 W10;
- В30 W14.

❖ Руководство по подбору составов тяжелого бетона, 1979 г (НИИЖБ, СоюзДорНИИ, ВНИИГ, МИСИ и др.)

В Руководстве предложены таблицы, где защита от жидких агрессивных сред обеспечивается определенной маркой по водонепроницаемости и предельно допустимым В/Ц.

В разделе «Гидротехнические бетоны» указано, что следует назначать В/Ц из условий обеспечения прочности, водонепроницаемости (W) и морозостойкости (F).



Начиная с 2000 года лаборатория НИИЖБ им. А.А.Гвоздева при разработке составов бетона классов В20-В50 для конкретно взятого БСУ одновременно определяла другие характеристики – водонепроницаемость и морозостойкость.

➤ На основании статистической выборки была разработана зависимость «водонепроницаемость-прочность».

➤ С зависимостью «морозостойкость-прочность» сложнее, т.к. кроме прочности на нее влияют такие показатели, как, например, минералогический состав цемента и структура бетона.

Но исследования показали, что назначение определенных технологических параметров позволяет также обеспечить заданную морозостойкость бетона.



✓ На основании результатов исследований были разработаны таблицы, где показаны технологические параметры, при назначении которых мы обеспечиваем заданную прочность, водонепроницаемость и морозостойкость .

Таблица 1. Ориентировочные технологические параметры, обеспечивающие водонепроницаемость бетона

Технологические показатели	Марка по водонепроницаемости, W					
	4	6	8	10	12	14
Класс бетона не менее, В	22,5	25	30	35	40	45
Водо-цементное отношение, В/Ц	≤ 0,6	≤ 0,55	≤ 0,45	≤ 0,4	≤ 0,38	≤ 0,35

Примечание: Марка бетона по водонепроницаемости W4 – W14 и вид цемента, соответствующий требованиям ГОСТ 10178, ГОСТ 22266, ГОСТ 31108 и ГОСТ Р 55224 назначается в зависимости от условий эксплуатации изделий и конструкций по СП 28.13330.2012.

Расход цемента назначается в зависимости от степени агрессивного воздействия на бетон и не менее 300 кг/м³.

Таблица 2. Ориентировочные технологические параметры, обеспечивающие морозостойкость бетона

Технологические показатели	Марка по морозостойкости			
	F ₁ 75 - 100*	F ₁ 200 - 300*	F ₁ 400 - 600*	F ₁ 700 - 1000*
	-	F ₂ 100**	F ₂ 200**	F ₂ 300-500**
Класс бетона, В	≥22,5	≥25	≥27,5	≥30
Водо-цементное отношение	<0,6	<0,55	<0,5	<0,45
Добавки по ГОСТ 24211	Воздухововлекающая (газообразующая)			
Воздухововлечение, %	-	3 - 7		
- *Морозостойкость всех видов бетонов, кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий, F ₁ ;				
- **Морозостойкость бетонов дорожных и аэродромных покрытий, F ₂ .				

Примечание: Морозостойкость более F₁200 (F₂100) для всех видов бетонов, следует обеспечивать с применением воздухововлекающей (газообразующей) добавки.

Вид цемента назначается в зависимости от марки по морозостойкости. При марке по морозостойкости F₁200 (F₂100) и более следует назначать вид цемента, соответствующий требованиям ГОСТ 10178, ГОСТ 22266, ГОСТ 31108 и ГОСТ Р 55224 с содержанием трехкальциевого алюмината (C₃A) не более 7 % и количества минеральных добавок не более 15% в виде шлака.

Расход цемента назначается в зависимости от степени агрессивного воздействия на бетон и не менее 300 кг/м³.

❖ EN 206:2013 «Технические требования, эксплуатационные характеристики, производство и оценка соответствия», Таблица F1.

Таблица F1 по содержанию перекликается с таблицами A1 и A2 СТО «Бетоны мостовых конструкций».

Мы попытались совместить результаты наших исследований с показателями таблицы F1 (EN 206)

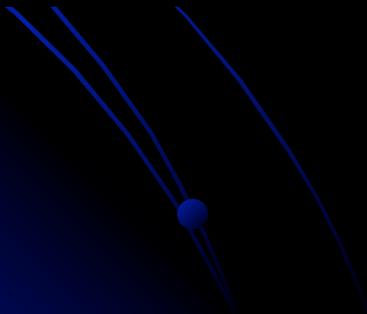


Таблица F.1. Рекомендуемые предельные величины для состава и свойств бетона

Индекс	Виды сред эксплуатации																	
	Не агрессивная среда	Карбонизация				Хлоридная коррозия						Замораживание-оттаивание				Химическая коррозия		
						Морская вода			прочие хлоридные воздействия									
XO	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Марки по водонепроницаемости (W) и морозостойкости (F) ²⁾	-	W6	W8	W10	W10	W10	W14	W14	W10	W10	W14	F ₁₂₀₀ (F ₂₁₀₀)	F ₁₃₀₀ (F ₂₁₅₀)	F ₁₄₀₀ - F ₁₆₀₀ (F ₂₂₀₀ - F ₂₃₀₀)	F ₁₇₀₀ - F ₁₁₀₀₀ (F ₂₃₀₀ - F ₂₄₀₀)	W10	W10	W14
Максимальное В/Ц	-	0,65	0,6	0,55	0,5	0,5	0,45	0,45	0,55	0,5	0,45	0,55	0,55	0,5	0,45	0,55	0,5	0,45
Минимальный класс по прочности C ¹⁾	<u>12</u> 15	<u>20</u> 25	<u>25</u> 30	<u>30</u> 37	<u>30</u> 37	<u>30</u> 37	<u>35</u> 45	<u>35</u> 45	<u>30</u> 37	<u>30</u> 37	<u>35</u> 45	<u>30</u> 37	<u>25</u> 30	<u>30</u> 37	<u>30</u> 37	<u>30</u> 37	<u>30</u> 37	<u>35</u> 45
Минимальный расход цемента, кг/м ³	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Минимальное воздуховлечение, %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	4,0	4,0	-	-	-
Прочие требования	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	заполнитель по EN 12620 с необходимой морозостойкостью				сульфатостойкий цемент		

- 1) Показатели класса: в числителе минимальная нормативная прочность для цилиндров (МПа), в знаменателе минимальная нормативная прочность для кубов (МПа).
- 2) Марка по водонепроницаемости определяется по методу ГОСТ 12730.5-84 «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости»; марка по морозостойкости определяется по ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости».
- 3) По Российским стандартам в зависимости от условий эксплуатации бетона назначается марка по водонепроницаемости и морозостойкости, при обеспечении которых мы выходим на требуемые проектные показатели, тем самым на долговечность бетона конструкций.



✓ В EN 1992-1-1-2004 (Еврокод 2) в разделе «Бетон» указан поддерживающий стандарт EN 206 и понятно, что проектировщик пользуется данными таблицы F1, чтобы дополнительно определить класс бетона, обеспечивающий указанную в проекте среду эксплуатации.

❖ Вывод

➤ На этапе проектирования проектировщик назначает прочность (класс) бетона, которая может обеспечить водонепроницаемость и морозостойкость и это первый шаг к обеспечению долговечности бетона конструкций.