

М. В. ДРАПАЛЮК (Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля, Луганск)

## ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНА ПОЛУСУХОГО ФОРМОВАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

У статті представлено основні положення технології напівсухого формування залізобетонних виробів гідротехнічного призначення. Напівсухе формування модифікованих бетонних сумішей дає можливість відмовитися від теплової обробки виробів за рахунок розвитку активаційного ефекту й термосного витримання протягом 75 хв.

В статье представлены основные положения технологии полусухого формования железобетонных изделий гидротехнического назначения. Полусухое формование модифицированных бетонных смесей дает возможность отказаться от тепловой обработки изделий за счет развития активационного эффекта и термосного выдерживания в течение 75 мин.

In the paper main points of technology of semi-dry forming of the ferroconcrete articles of hydraulic engineering purposes are presented. The semi-dry forming of the modified concrete mixes enables to avoid the heat treatment of articles due to the activation effect development and the thermos soaking during 75 min.

Производство высокопрочных железобетонных изделий гидротехнического назначения связано, в первую очередь, с максимальным использованием вяжущего потенциала цемента, обусловливаемого степенью модифицирования цементной системы, предусматривающей отсутствие избытка воды затворения, а также вовлеченного воздуха.

Модифицирование структуры бетонной смеси в процессе ее приготовления и формования изделий обеспечивает интенсивный рост прочности бетона в начальный период твердения, сокращение продолжительности тепловой обработки или исключение ее, возможность немедленной распалубки, повышение водонепроницаемости, морозостойкости, агрессивной стойкости и долговечности конструкций.

Для достижения поставленной цели использован способ полусухого формования, сущность которого заключается в том, что полусухую бетонную смесь уплотняют в форме или опалубке и после этого насыщают минимально необходимым количеством воды. Расход компонентов подбирают таким образом, чтобы обеспечить минимальную пустотность и снизить количество воды при насыщении смеси. Предложенный способ устраняет зависимость удобоукладываемости бетонной смеси от водопотребности песка и сроков схватывания цемента, а потому позволяет эффективно использовать мелкие пески. При применении полусухих бетонных смесей возможно получить плотные бетоны классов В 30...40 при относительно

низких по сравнению с обычным бетоном расходах цемента.

Прочность и водостойкость сухоотформованного бетона определяли на образцах-цилиндрах. Образцы испытывали в сухом и водонасыщенном состоянии. Результаты экспериментов представлены в табл. 1.

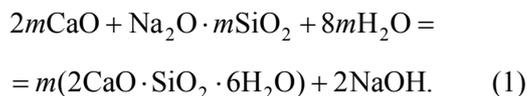
Таблица 1

**Влияние модифицированного наполнителя на прочность и водостойкость бетона полусухого формования**

Расход, кг/м <sup>3</sup>		R <sub>сж</sub> образца, МПа		Водостойкость
цемент	наполнитель	сухого	водонасыщенного	
450	-	48,0	46,3	0,96
405	-	43,2	40,7	0,94
405	45	63,9	61,4	0,96
360	45	52,1	50,0	0,96

Таким образом, при полусухом формовании прочность бетона повышается на 25 % по сравнению с традиционной технологией, а при модифицировании цементной системы прочность повышается на 36...48 %.

Водостойкость модифицированного бетона полусухого формирования не ниже водостойкости традиционного гидротехнического бетона. Это связано с тем, что неводостойкие материалы при взаимодействии образуют водостойкие низкоосновные гидросиликаты по реакции:



Опыт строительства гидротехнических сооружений и исследования ученых [1 – 3] свидетельствуют о том, что в плотных бетонах проницаемость бетона определяется, главным образом, водоцементным отношением. При высоких значениях В/Ц структура бетона характеризуется крупными капиллярными порами и седиментационными пустотами под поверхностью крупного заполнителя, что и является причиной высокой проницаемости таких бетонов.

Модифицированный бетон полусухого формирования характеризуется низкими значениями В/Ц, отсутствием крупных капилляров и седиментационных пустот, что обеспечивает их высокую непроницаемость.

Для определения влияния степени модифицирования цементной матрицы бетона на водонепроницаемость и водопоглощение испытывали образцы-цилиндры диаметром и высотой 15 см. Образцы готовили из смесей, имеющих наибольшую прочность и плотность. Различие заключалось в использовании песка с  $M_{кр}=2,5$  и  $M_{кр}=0,6$ .

После термосного выдерживания в течение 4...6 ч образцы твердели в нормальных условиях 28 сут. Для ускорения фильтрации открытую поверхность образца вакуумировали при разрежении 0,1 МПа. Результаты определения водопоглощения и водонепроницаемости приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

**Влияние состава бетона на структурные характеристики бетона полусухого формирования**

№№ составов	Расход компонентов, кг/м <sup>3</sup>			K <sub>у</sub> полусухой смеси	Водопоглощение, кг/м <sup>3</sup>	R <sub>6</sub> <sup>28</sup> , МПа	П, %
	Ц	П	Щ				
1	300	975	1020	0,814	180	29,8	0,6
2	400	880	1070	0,844	150	53,8	0,7
3	500	775	1100	0,854	140	69,2	0,9
4	550	710	1120	0,854	135	79,3	1,4

Полученные данные обусловлены высокой плотностью бетона полусухого формирования. При модифицировании цементной системы бетона плотность возрастает на 11...16 % за счет образования дополнительного количества гидросиликатов кальция и кольматации ими пор и капилляров. Высокая плотность бетона полусу-

хого формирования не позволяет проследить изменение проницаемости при расходах цемента выше 450 кг/м<sup>3</sup>. Это удалось сделать путем вакуумирования поверхности испытываемых образцов. Сопоставление показателей водонепроницаемости, определенной без вакуумирования и с вакуумированием, показывает повышение проницаемости вакуумированных образцов в 1,5...2 раза, что подтверждает гипотезу о том, что при снижении давления толщина адсорбционных слоев жидкости уменьшается, и эффективное сечение капилляров возрастает.

Таблица 3

**Влияние состава бетона полусухого формирования на водонепроницаемость и водопоглощение**

№ состава по табл. 2	W, МПа, определенная		Водопоглощение, %	
	без вакуума	с вакуумом	по массе	по объему
1	0,1/0,7	-/0,3	7,2/3,5	19,1/8,5
2	0,6/1,2	0,3/0,7	2,8/1,8	6,6/4,4
3	1,2/>2	0,8/1,4	12,3/1,4	6,0/3,5
4	>2	1,5/>2	1,7/1,1	4,6/2,9

*Примечание.* Перед чертой – насыщение образцов водой при формировании, после черты – жидким стеклом плотностью 1,15 кг/дм<sup>3</sup>

Полученные результаты позволяют рекомендовать модифицированный бетон полусухого формирования для изготовления элементов гидротехнического назначения.

По сравнению с радиальным прессованием полусухое формирование позволяет сократить время перемешивания бетонной смеси с 2,5 до 1,25 мин, сократить продолжительность уплотнения с 8 мин (время работы формующей головки) до 30 с (время работы виброплощадки).

**Выводы**

1. Полусухое формирование модифицированных бетонных смесей дает возможность отказаться от тепловой обработки изделий за счет развития активационного эффекта и термосного выдерживания в течение 75 мин.

2. Разработанная технология полусухого формирования модифицированных бетонных смесей позволяет использовать мелкие пески с одновременным снижением расхода цемента до 20 %.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пшинько, А. Н. Подводное бетонирование и ремонт искусственных сооружений [Текст] / А. Н. Пшинько. – Д.: Пороги, 2000. – 412 с.
2. Батраков, В. Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика [Текст] / В. Г. Батраков. – М.: Стройиздат, 1998. – 768 с.
3. Razel, I. Repair of reinforced concrete bridge structures. Materials and methods [Текст] / I. Razel // Сб. науч. тр. «Автомобильные дороги и дорожное строительство». – К.: УТУ, 2000. – № 59. – С. 257-263.

Поступила в редколлегию 25.03.2009.