

Смесь для строительства и ремонта железобетонных конструкций нефтегазохранилищ

Д.В. Кузьмич, В.А. Перфилов, М.Е. Николаев
Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В статье предлагаются новые составы быстротвердеющей бетонной смеси с использованием портландцемента, мелкого и крупного заполнителей, базальтовой фибры, комплексной модифицирующей добавки, включающей ацетоноформальдегидные смолы и хлористый магний (бишофит). Представлены результаты научно-экспериментальных исследований и определено влияние предлагаемых добавок на формирование структуры, реологические и физико-механические свойства быстротвердеющего бетона. Анализ результатов испытаний показал, что предлагаемые составы, включающие комплексную добавку и базальтовую фибру, способствовали снижению водоцементного отношения, повышению подвижности смеси и увеличению прочности затвердевшего бетона в ранние и конечные сроки твердения.

Ключевые слова: бетоны, нефтегазохранилище, модифицирующие добавки, фибра, подвижность, сроки схватывания, прочность.

При строительстве современных промышленных объектов все большее применение получают монолитные железобетонные конструкции, выполненные из тяжелых бетонов с плотной и прочной структурой. При разработке составов бетонов с заранее заданными свойствами должны учитываться физико-химические, технологические и эксплуатационные факторы, связанные с агрессивным воздействием окружающей среды [1]. Количественное определение физико-механических характеристик связано с видом и составом бетона, условиями и сроками набора прочности. При исследовании различных свойств бетона необходимо производить комплексную оценку параметров, соответствующих заданным параметрам смеси и затвердевшего бетона. Известно, что основными параметрами, влияющими на прочность, являются микро- и макроструктура бетона, формирование которых обусловлено рациональным подбором основных компонентов и различных модификаторов [2-4].

При строительстве, ремонте и эксплуатации железобетонных конструкций нефтегазохранилищ в суровых климатических регионах с целью обеспечения безопасности, повышения ресурса и долговечности должны

применяться специальные быстросхватывающиеся безусадочные строительные смеси с широким диапазоном температур применения. Также основанием для разработки вышеуказанных смесей могут служить дефекты различных размеров, образовавшиеся при строительстве и эксплуатации железобетонных конструкций объектов нефтегазохранилищ.

В настоящее время, при устройстве массивных гидротехнических, нефтегазовых сооружений и других промышленных объектов применяются тяжелые бетоны с длительными сроками схватывания и твердения, недостаточной водонепроницаемостью, трещиностойкостью и долговечностью.

Технология укладки в опалубочные формы с помощью бетононасосов предусматривает использование высокоподвижных бетонных смесей с относительно быстрыми сроками схватывания и твердения. В связи с этим, актуальной задачей является применение комплексных добавок, способствующих улучшению реологических характеристик бетонных смесей, ускоряющих процесс схватывания и увеличения прочности в ранние и конечные сроки твердения.

Существующий выбор пластифицирующих и других видов модифицирующих добавок, представленных на современном рынке, недостаточен, поэтому требуется поиск или разработка новых материалов, что является актуальной задачей.

Для получения высокоподвижных бетонных смесей, укладываемых с помощью бетононасосного оборудования, увеличивают их водопотребность. Однако это приведет к повышению водоцементного отношения и, как следствие, повышению пористости затвердевшего бетона, снижению его прочности и трещиностойкости, а также возрастанию сроков набора прочности. В целях достижения заданных характеристик бетона и регулирования реологических параметров смеси, используют комплексные

модифицирующие добавки, снижающие водопотребность смеси, а также сокращающие время схватывания и твердения бетона.

Научно - технической задачей является разработка комплексной модифицирующей добавки для увеличения подвижности бетонной смеси без возрастания водоцементного отношения, для повышения прочностных характеристик бетона, как в ранние, так и в конечные сроки твердения.

Были разработаны составы бетонов на основе портландцемента, мелкого и крупного заполнителей, базальтовой фибры, а также дополнительно введенных модифицирующих структуру бетона добавок. В качестве исходных компонентов для изготовления опытных образцов использовались: портландцемент производства ЗАО «Осколцемент» марки ПЦ М500 Д0-Н. Мелкий заполнитель представлен кварцевым песком с модулем крупности не менее 1,9, крупный заполнитель фракции 5-20 мм представлен щебнем гранитным.

В настоящее время все чаще в структуру бетону вводят фибровые наполнители, которые оказывают значительное влияние на образование объемного армирования бетона. В результате снижается усадка, образование и развитие трещин. Известны составы и технологии распределения фибровых волокон в бетонах, которые активно разрабатываются как зарубежными [5-7], так и отечественными исследователями [8,9].

Для повышения трещиностойкости и коррозионной стойкости, в агрессивных средах вводили фибру базальтовую диаметром 10 мкм и длиной 12 мм.

Для решения поставленной задачи была разработана комплексная модифицирующая добавка, способствующая улучшению реологических свойств бетонной смеси, уплотнению и упрочнению микроструктуры затвердевшего камня. В состав комплексной добавки входят хлористый

магний (бишофит) и олигомерный продукт конденсации ацетона и формальдегида.

Олигомерные продукты конденсации ацетона и формальдегида или ацетоноформальдегидные (АЦФ) смолы – вязкие жидкости, содержащие до 25 % свободной воды. Использование этой добавки в бетонах при определенной концентрации способствует влиянию на процессы гидратации портландцемента и значительному изменению состава и структуры новообразований цементного камня.

Введение ацетоноформальдегидных смол в щелочной среде приводит к повышению подвижности смеси даже при некотором уменьшении водоцементного отношения. Структура цементного камня, покрытая полимерной пленкой, способствует повышению стойкости в водной среде, а, следовательно, увеличению морозостойкости, водонепроницаемости и долговечности при эксплуатации в агрессивной среде. В ходе предварительных испытаний установлено, что при определенной дозировке добавки АЦФ подвижность бетонной смеси увеличивается до 25 %. При этом наблюдалось снижение водоцементного отношения до 15 %.

Для сокращения сроков схватывания и набора прочности бетона вводилась добавка-электролит, содержащая в своем составе до 96 % водного раствора хлористого магния ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Использование в составе комплексной добавки бишофита, не требующего дополнительной переработки, способствует ускоренной гидратации цементного теста с образованием плотных и прочных центров кристаллизации за счет возрастания ионной активности в смеси.

Экспериментальные исследования предусматривали определение влияния различных дозировок комплексной добавки на реологические свойства бетонной смеси и прочность затвердевшего бетона.

Приготовление быстротвердеющей модифицирующей смеси осуществляют следующим образом. Комплексную модифицирующую добавку, включающую полимер АЦФ и бишофит, предварительно растворяют совместно с водой затворения в ультразвуковом диспергаторе с частотой не менее 25 кГц до получения гомогенизированного раствора. В результате высокоскоростного ультразвукового перемешивания практически однородная смесь обладает длительной устойчивостью и высокой реакционной способностью.

Параллельно производят дозирование портландцемента и заполнителей и их последующее перемешивание в стандартном бетоносмесителе. В приготовленную сухую смесь вводят воду затворения с модифицированной комплексной добавкой. Последней вводят базальтовую фибру и производят совместное перемешивание смеси в течение 3-5 минут. Температура воды затворения в летний период составляет не выше +25 °С, а в зимний сезон, для получения смеси с температурой не ниже +5°С, воду подогревают до +45°С.

По окончании перемешивания проверялась подвижность бетонной смеси с помощью стандартного конуса, а затем осуществлялось заполнение стандартных форм-кубов размером 100x100x100 мм, которые подвергались уплотнению на лабораторной виброплощадке. Последующее твердение бетона производилось в естественных условиях при температуре 18-25° С и влажности 80 – 95 % в течение 28 суток.

Были приготовлены несколько составов смесей с различным содержанием компонентов. Испытания полученных составов бетона производились в возрасте 1 суток и 28 суток твердения разрушающим на прессе и неразрушающим ультразвуковым методами.

Свойства смеси и прочностные характеристики бетона в различные сроки твердения представлены в таблице.

Таблица

Свойства разработанных составов быстротвердеющего бетона

Свойства бетонной смеси	Известный состав [10]	Составы бетонной смеси		
		1	2	3
Подвижность по осадке стандартного конуса, см	3-12	13	15	15
Начало схватывания, мин.	16-35	31	33	35
Прочность на сжатие в возрасте 1 суток, МПа	4,5	3,9	4,83	6,7
Прочность на сжатие в возрасте 28 суток, МПа	19,5-32,1	38,6	39,3	40,4

Установлено, что при высоких показателях подвижности смеси и достаточно коротких сроках схватывания, параметры прочности у состава № 3 по сравнению с известным составом [10] увеличились на 49 % в возрасте 1 суток. А при испытании образцов в проектном возрасте 28 суток прочность на сжатие возросла на 37 % по отношению к известному составу бетона [10]. Это связано с тем, что в бетоне с использованием предложенной комплексной добавки образовались более крупные продукты новообразований цементного камня в виде гидросиликатов кальция и другие. В результате, прочность быстротвердеющего тяжелого бетона значительно превосходит подобные параметры у бетона без указанной комплексной добавки.

Литература

1. Сахибгареев Р.Р. Физико-химические аспекты применения модифицированных бетонов. // Строительные материалы, 2007. - № 7. –с.72-73.

2. Мащенко К.Г. Модификаторы – шаг к повышению качества бетонов и растворов. // Строительные материалы, 2004 - № 6. –с.62-63.
 3. Юдович М.Е., Пономарев А.Н., Гареев С.И. Поверхностно-активные свойства модифицированных пластификаторов. // Строительные материалы, 2008 - № 3. –с.44-45.
 4. Перфилов В.А., Алаторцева У.В., Дмитрук М.И., Жога И.Л. Применение модифицирующих нанодобавок для повышения прочности фибробетонов// «Известия ВУЗов. Строительство», г. Новосибирск, 2009. № 8 - С. 17-19.
 5. Wooldridge, J. F. Reinforced Refractory Fibers Prove Their Value / J. F. Wool dridge // Brick and Clay Record. – 1978. – Vol. 173, № 4. – P. 36 – 39.
 6. Working with steel fiber reinforced concrete // Concrete Construction. – 1985. –Vol. 30. – P. 5 -10.
 7. Fwa T. F., Paramasivam P.Properties of fibre reinforced concrete for rigid pavement // Proc. Int. Symp. Fibre Reinforced Concr., Madras, Dec. 16-19, 1987: ISFRC87. Vol. 2. – Rotterdam, 1987. – P. 5.17 - 5.27.
 8. Маилян, Л.Р., Налимова, А.В., Маилян, А.Л., Айвазян, Э.С. Челночная технология изготовления фибробетона с агрегированным распределением фибр и его конструктивные свойства // Инженерный вестник Дона, 2011, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/714.
 9. Маилян, Л.Р., Маилян А.Л., Айвазян Э.С. Расчетная оценка прочностных и деформативных характеристик и диаграмм деформирования фибробетонов с агрегированным распределением волокон // Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1760
 10. Ярошевский В.В., Кононенко А.М., Родионов А.В., Сагинов А.С., Квон С.С. Комплексная добавка для быстротвердеющей закладочной смеси. / А.С. № 1234380 опубл. 30.05.1986 г. Бюл. № 20. URL: patentdb.ru/patent/1234380.
-

References

1. Sakhibgareyev R.R. Stroitel'n-yye materialy, 2007. № 7. pp.72-73.
2. Mashchenko K.G. Stroitel'n-yye materialy, 2004. № 6. pp.62-63.
3. Yudovich M.E., Ponomarev A.N., Gareyev S.I. Stroitel'n-yye materialy, 2008. № 3. pp.44-45.
4. Perfilov V.A., Alatortseva U.V., Dmitruk M.I., Zhoga I.L. Izvestiya VUZov. Stroitel'stvO, g. Novosibirsk, 2009. № 8. pp. 17-19.
5. Wooldridge, J. F. Brick and Clay Record. 1978. Vol. 173, № 4. pp. 36 – 39.
6. Concrete Construction. 1985. Vol. 30. pp. 5 -10.
7. Fwa T. F., Paramasivam P. Proc. Int. Symp. Fibre Reinforced Concr., Madras, Dec. 16-19, 1987: ISFRC87. Vol. 2. Rotterdam, 1987. pp. 5.17 - 5.27.
8. Mailyan, L.R., Nalimova, A.V., Mailyan, A.L., Ayvazyan, E.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2011, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/714
9. Mailyan, L.R., Mailyan A.L., Ayvazyan E.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1760
10. Yaroshevskiy V.V., Kononenko A.M., Rodionov A.V., Saginov A.S., Kvon S.S. Kompleksnaya dobavka dlya bystrotverdeyushchey zakladochnoy smesi. [A complex additive for quick-hardening stowing mix]. A.S. № 1234380 opubl. 30.05.1986 g. Byul. № 20. URL: patentdb.ru/patent/1234380.