

Исследование коррозионной стойкости модифицированных бетонных композитов в сульфатных средах

И.П. Терешкин

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет

им. Н. П. Огарёва, г. Саранск

Аннотация: В статье рассматривается возможность повышения стойкости в сульфатных средах бетонных композитов на основе цементных сырьевых смесей, модифицированных шлаковой минеральной составляющей и комплексным суперпластификатором. Методикой исследования и моделированием характера воздействия агрессивной среды на композиты – доказываемся перспективность технологии химизации цементных бетонов для изготовления долговечных строительных конструкций на их основе.

Ключевые слова: Сульфатная среда, цементный бетон, коррозионная стойкость, химизация, композит, моделирование воздействия среды.

На современном этапе развития технологии производства бетонных и железобетонных изделий для строительства, проблемы обеспечения на требуемом уровне их нормативных качеств и долговечной надежности при эксплуатации – успешно решаются путем химизации, за счет использования различных модифицирующих добавок к цементным сырьевым смесям при их изготовлении [1 - 3]. Особую актуальность на сегодняшний день представляет разработка коррозионностойких бетонных и железобетонных композитов для строительных конструкций, подверженных действию различных агрессивных сред [4 - 6], а также коррозионностойких покрытий для них на основе модифицированных цементных вяжущих [7].

В настоящей статье приводятся результаты лабораторных исследований коррозионной стойкости бетонных композитов на основе цементных сырьевых смесей, модифицированных комплексной пластифицирующей добавкой «Криопласт Экстра» производства АО «Полипласт», в жидких сульфатных средах с разной степенью агрессивного воздействия. Поставленная исследованиями задача решалась с помощью моделирования характера воздействия агрессивной среды на бетонные

композиты, при соотношении объема агрессивного раствора к поверхности образцов в соотношении 5:1 на основании положений ГОСТ 27677 «Защита от коррозии в строительстве. Бетоны. Общие требования к проведению испытаний» и методик математического планирования эксперимента [8 - 10].

Размеры образцов бетонных композитов с наибольшей крупностью заполнителя более 5мм для испытаний, принимали равными 100x100x100мм. В качестве жидкой агрессивной среды использовались: сульфатная соль (натрия сульфат 10-водный) – концентрации 3000 мг/л (1,5%), основной концентрации 10000 мг/л (5%), концентрации 34000 мг/л (17%) по приложению 2 таблицы 3 ГОСТ 27677. В качестве неагрессивной среды принимали питьевую воду, отвечающую требованиям нормативных стандартов. При проведении испытаний принимали постоянные условия воздействия агрессивной и неагрессивной сред в соответствии с п. 4.5 ГОСТ 27677. Испытания проводились в течение 1, 3, 6, 12 месячном возрасте. Определялись показатели изменения плотности и прочности при центральном сжатии бетонных композитов.

Экспериментальные составы сырьевых смесей для коррозионных испытаний образцов бетона были запроектированы из следующих условий:

Состав 1 – состав бетонной смеси готовой к применению БСТ В25 П2 F₁150 W₆ на портландцементе с комплексной добавкой состоящей из пластификатора «Криопласт Экстра», который вводили при производстве бетонных смесей, и минерального тонкомолотого компонента из доменного гранулированного шлака (Ш) от 6 до 20%, который использовался при производстве портландцемента подтипа А (использованный портландцемент типа ЦЕМ II, подтипа А, класса по прочности 42,5 со шлаком (Ш) от 6% до 20% нормальноотвердеющий, умеренно сульфатостойкий – ЦЕМII/A-Ш 42,5Н по ГОСТ 31108, с содержанием C₃A в клинкере не более 7%).

Состав 2 – состав бетонной смеси готовой к применению БСТ В25 П2

F₁₅₀ W₆ на сульфатостойком портландцементе с водоредуцирующей добавкой «Криопласт Экстра». Использованный портландцемент для экспериментального состава 2 – тип ЦЕМ I, сульфатостойкий СС, класса прочности 42,5 нормальноотвердеющий (ЦЕМ I 42,5 Н СС по ГОСТ 22266, с содержанием С₃А в клинкере не более 5%).

В обоих запроектированных сырьевых составах для БСТ использовались идентичные инертные материалы (строительный песок и щебень), структура щебня против распада устойчива в среде. Результаты испытаний на коррозионную стойкость представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение показателей прочности и плотности бетонных композитов под воздействием агрессивной сульфатной среды

| Среда экспонирования | Время выдерживания в среде | Среднее значение плотности образцов бетонных композитов на основе проектных составов, кг/м ³ | | Среднее значение прочности при сжатии образцов бетона на основе запроектированных составов, МПа | |
|--|----------------------------|---|----------|---|----------|
| | | Состав 1 | Состав 2 | Состав 1 | Состав 2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Контрольный | 28 суток | 2354 | 2366 | 26,6 | 39,3 |
| Питьевая вода | 30 суток | 2379 | 2375 | 35,7 | 38,6 |
| Питьевая вода | 1 месяц | 2386 | 2382 | 38,8 | 40,1 |
| Агрессивная среда с концентрацией 1,5% | 1 месяц | 2380 | 2383 | 37,0 | 39,4 |
| Агрессивная среда с концентрацией 5% | 1 месяц | 2389 | 2387 | 37,0 | 36,9 |
| Агрессивная среда с концентрацией 17% | 1 месяц | 2391 | 2381 | 38,7 | 37,7 |
| Питьевая вода | 3 месяца | 2378 | 2377 | 40,1 | 40,0 |
| Агрессивная среда с концентрацией 1,5% | 3 месяца | 2382 | 2383 | 40,6 | 40,1 |
| Агрессивная среда с концентрацией 5% | 3 месяца | 2390 | 2394 | 38,6 | 37,7 |
| Агрессивная среда с концентрацией 17% | 3 месяца | 2391 | 2398 | 39,1 | 40,1 |

| Питьевая вода 1 | 6 месяцев 2 | 2381 3 | 2365 4 | 38,7 5 | 37,6 6 |
|---|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Агрессивная среда с концентрацией 1,5% | 6 месяцев | 2383 | 2385 | 40,1 | 39,9 |
| Агрессивная среда с концентрацией 5% | 6 месяцев | 2393 | 2388 | 37,6 | 38,6 |
| Агрессивная среда с концентрацией 17% | 6 месяцев | 2400 | 2401 | 36,6 | 37,8 |
| Насыщенные водой | 12 месяцев | 2378 | 2384 | 36,1 | 35,7 |
| Агрессивная среда с концентрацией 1,5% | 12 месяцев | 2398 | 2402 | 38,0 | 37,4 |
| Агрессивная среда с концентрацией 5% | 12 месяцев | 2402 | 2405 | 36,0 | 35,5 |

Результатами выполненных сравнительных испытаний подтверждается сульфатостойкость образцов бетона на портландцементе с комплексными добавками – образцы бетонного композита, выдержанные в растворе сульфата натрия с концентрацией 10000 мг/л, показывают изменение своей прочности, при сжатии соизмеримое с образцами бетона на сульфатостойком цементе. Цементный бетон на основе состава 1 с многокомпонентной добавкой, включающей в себя не менее 6-20% шлаковой минеральной составляющей и комплексный суперпластификатор, стоек в агрессивной (сульфатной) среде, аналогично бетону, изготовленному на основе сульфатостойкого цемента. По результатам коррозионных испытаний можно заключить следующее – применение комплексной добавки, содержащей активную минеральную составляющую и водоредуцирующий химический компонент, обеспечивает стабильность показателя плотности. Данный факт способствует улучшению долговечности и эксплуатационной надежности цементных бетонов на основе запроектированных составов.

Работа выполнена при поддержке НИР по договору №266/17 и х/д №212/18.

Литература

1. Терешкин И.П. Высокоэффективные пластифицирующие добавки с наноструктурами для модифицирования свойств цементных смесей, растворов и бетонов // Инженерный вестник Дона, 2019, №9. – URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_65_7y2019_Tereshkin.pdf_51c4d4c752.pdf
2. Mielens Richard C. History of chemical admixtures for concrete // Coner. Int. Des. and Constr. 1984. V.6. №4. pp. 40-53.
3. Баженов Ю. М. Технология бетона. М.: Высшая школа, 1978 – 455 с.
4. Терешкин И.П., Макаров Ю.А. Долговечность бетонов для транспортных сооружений // Четырнадцатая международная конференция «Актуальные вопросы архитектуры и строительства». Саранск, 2015. С. 276-279.
5. Ghosh S.N. Cement and concrete science & technology. New Delhi: NCB, 1991. – 34 p.
6. Шляхова Е.А., Холостова А.И. К вопросу повышения качества мелкозернистых бетонов на мелких песках // Инженерный вестник Дона, 2013, № 4. – URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_90_Shlyahova.pdf_2110.pdf
7. Голяев Е. С., Долгова В. А., Куприяшкина Е. И., Куприяшкина Л. И., Седова А. А. Защита конструкций железобетонных резервуаров в условиях хранения воды // Огарев-online, 2018, №9. – URL: journal.mrsu.ru/arts/zashhita-konstrukcij-zhelezobetonnyx-rezervuarov-v-usloviyax-xraneniya-vody
8. Терешкин И.П. Разработка вяжущих низкой водопотребности для стендовых технологий: дисс. ...канд.тех. наук: 05.23.05 / Терешкин Иван Петрович. – Саранск, 2001. – 244 с.
9. Ляшенко Т. В., Вознесенский В. А. Методология рецептурно-технологических полей в компьютерном строительном материаловедении. – Одесса: Астропринт, 2017. – 168 с.

10. Вознесенский В.А., Ляшенко Г.В., Огарков Б.Л. Методические указания по построению математических моделей. – Одесса: ОИСИ, 1982. - 94 с.

References

1. Tereshkin I.P. Inzhenernyy vestnik Dona, 2019, №9. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_65_7y2019_Tereshkin.pdf_51c4d4c752.pdf
 2. Mielens Richard C. History of chemical admixtures for concrete. Coner. Int. Des. and Constr. 1984. V.6. №4. pp. 40-53.
 3. Bazhenov YU. M. Tekhnologiya betona [Concrete technology]. M, 1978. 455 p.
 4. Tereshkin I.P., Makarov YU.A. Chetyrnadtsataya mezhdunarodnaya konferentsiya «Aktualnyye voprosy arkhitektury i stroitelstva». Saransk, 2015. pp. 276-279.
 5. Ghosh S.N. Cement and concrete science & technology. New Delhi: NCB, 1991. 34 p.
 6. Shlyakhova E.A., Kholostova A.I. Inzhenernyy vestnik Dona, 2013, № 4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_90_Shlyahova.pdf_2110.pdf
 7. Golyayev E. S., Dolgova V. A., Kupriyashkina E. I., Kupriyashkina L. I., Sedova A. A. Ogarev-online, 2018, №9. URL: journal.mrsu.ru/arts/zashhita-konstrukcij-zhelezobetonnykh-rezervuarov-v-usloviyax-xraneniya-vody
 8. Tereshkin I.P. Razrabotka vyazhushih nizkoy vodopotrebnosti dlya stendovyh tehnologiy [Development of astringent low water requirements for bench technologies]: diss. ...Cand. Sciences: 05.23.05. Tereshkin Ivan Petrovich. Saransk, 2001. 244 p.
 9. Lyashenko T. V., Voznesenskiy V. A., Metodologiya retsepturno-tekhnologicheskikh poley v kompyuternom stroitelnom materialovedenii [Methodology of recipe-technological fields in computer building materials science]. Odessa: Astroprint, 2017. 168 p.
-



10. Voznesenskiy V.A., Lyashenko G.V., Ogarkov B. L. Metodicheskiye ukazaniya po postroyeniyu matematicheskikh modeley [Guidelines for the construction of mathematical models]. Odessa: OISI, 1982. 94 p.