

Многофункциональная химическая добавка для бетонных композитов

З.З. Аларханова, П.Д. Батаева

*Комплексный научно-исследовательский институт имени Х.И. Ибрагимова
Российской академии наук, Грозный*

Аннотация: В статье отображены результаты экспериментальных исследований полученные в ходе разработки модифицирующей добавки для бетонных и растворных смесей. Осуществлялось исследование многофункционального чистящего средства – «L.O.C», с целью установления его модифицирующего эффекта для бетонных композитов. Результаты выполненных экспериментальных исследований подтверждают эффективность исследуемой химической добавки как модификатора. Модифицированные разрабатываемым средством образцы композиционного материала показывают более высокие технические характеристики: полученные контрольные образцы БК соответствует марке бетона по удобоукладываемости - П3, когда стандартный образец имеет марку – П2, прочность исследуемых образцов БК повышается на 28%. Экспериментально установленная наиболее эффективная доза разрабатываемой добавки – МЧС – «L.O.C», для бетонных и растворных смесей составляет 1%, что обеспечивает еще и его экономическую эффективность.

Ключевые слова: бетон, композиционный материал, поверхностно-активные вещества, МЧС – «L.O.C», эксперимент, модификатор, разработка, испытание, химическая добавка, удобоукладываемость, прочность, поризующий эффект, водопоглощение.

Введение

Основным направлением развития производства стройматериалов сегодня является модификация бетонного композита (БК), позволяющая получать материалы с лучшими техническими характеристиками. Но, задача повышения качества композиционного материала не может быть разрешена, без использования в технологии бетона модифицирующих добавок. Являясь наиболее рациональным технологическим приемом совершенствования качества строительных композитов, химические добавки позволяют не только повысить качество БК, но сделать бетонные конструкции эффективнее, увеличить их срок службы, значительно снизить уровень затрат.

Целью наших исследований является разработка химической добавки для повышения качества бетонного композита. Соответственно, нужно

разработать предполагаемое по химическому составу и свойствам химическое вещество, оказывающее модифицирующий эффект на бетонные композиты. Для этого, прежде всего, был сделан теоретический анализ [1-3] и изучены химические добавки: что они собой представляют, классификацию их по основному эффекту действия и по химическому составу, какой эффект действия какая группа проявляет и т. д.

Анализ литературных источников показал, что почти все химические добавки, которые изменяют свойства бетонных и растворных смесей повышая качество композита можно производить на основании поверхностно-активных веществ (ПАВ) [3, 4]. Рядом исследователей [5-7] также было выявлено, что ПАВ препятствуют слипанию мелких частиц, увеличивая подвижность бетонных смесей.

Исходя из вышесказанного, состава и свойств проанализированных модифицирующих добавок, которые используют для изменения определенных свойств бетона, было решено разработать органическое вещество - многофункциональное чистящее средство (МЧС) – «L.O.C» с целью установления его модифицирующего эффекта для бетонных растворов. Чистящее средство «L.O.C» содержит около 20% поверхностно-активных веществ, содержащиеся в нем основные компоненты имеют природное происхождение и являются экологически безвредными, отсутствуют токсичные вещества. Более того, клиническими исследованиями подтвержден антибактериальный эффект чистящего средства – «L.O.C» [8, 9].

Предположительно, один из компонентов МЧС – «L.O.C» лауретсульфат натрия имеет следующий состав:



Как хороший пенообразователь лауретсульфат натрия, он может способствовать насыщению бетонного раствора мелкими пузырьками

воздуха, что оказывает влияние на водопроницаемость. Зная, что эффективность действия модифицирующих добавок зависит от их поверхностной активности и стабильности пены, можно ожидать повышения технических характеристик бетонных растворов. В процессе подготовки раствора исследуемой добавки, для изготовления образцов БК, было отмечено настолько обильное и стабильное пенообразование раствора, что приходилось часами отстаивать раствор, перед использованием.

Материалы и результаты исследования

Разработку химической добавки начали с подготовительного этапа: измерения плотности разрабатываемой добавки, расчета необходимого объема добавки для подготовки ее водного раствора соответствующей концентрации. Далее, по ГОСТу (ГОСТ Р 57809 - 2017/EN 12350-2:2009. 2017. Испытания бетонной смеси. Часть 2. – М.: Стандартинформ, 2017) были получены образцы БК, модифицированные разрабатываемой химической добавкой – контрольные (Б_к) и без добавок – стандартные (Б_{ст}) для экспериментальных исследований. Изготовлено и исследовано шесть видов – 36 образцов бетона (Б). Изготовленные бетонные образцы были разной выдержки (14, 21 и 28 ч) и различной дозировки разрабатываемой добавки. Проведены испытания стандартных образцов Б без химических добавок и образцов с исследуемой добавкой на пластичность, прочность и на водопоглощение. Результаты выполненных экспериментальных исследований подтверждают эффективность исследуемой химической добавки как многофункционального модификатора, повышая не только её пластичность, но и прочность [9, 10].

Экспериментальная часть

Образцы БК, модифицированные исследуемым веществом – «L.O.C», изготавливали в несколько этапов:

- 1. Подготовительный этап* (измерение плотности разрабатываемой добавки, расчет объема разрабатываемого модификатора – «L.O.C», подготовка раствора химдобавки).
- 2. Изготовление образцов бетонного композита.*
- 3. Испытание полученных образцов бетона.*

Компоненты бетонной смеси на 1м^3 Б с добавкой «L.O.C» и без добавок, показатели экспериментальных исследований, изготовленных образцов Б на прочность и пластичность, были отображены в ранее написанных работах [9, 11].

4. Испытание БК на водопоглощение

При установлении результативности разрабатываемых химических добавок важно учитывать не только самый существенный эффект действия, но и вероятный дополнительный эффект, так как исследуемая химическая добавка представляет собой пенообразующее вещество. Для обнаружения факта проявления поризующего эффекта добавкой «L.O.C» были проведены исследования образцов Б на водопоглощение (W). Подготовка и испытание образцов БК на водопоглощение было проведено по ГОСТу (ГОСТ 12730.32020. БЕТОНЫ. Метод определения водопоглощения. Москва: Стандартиформ, 2021.)

Подготовка образцов Б к испытанию на водопоглощение:

- Водопоглощение образцов Б определяли по ГОСТ 12730.32020.
- Поверхность образцов Б, предварительно, очищали щеткой.
- Испытание полученных контрольных (B_k) и стандартных ($B_{ст}$) образцов на водопоглощение проводили в естественных условиях.

Испытание [11]:

- Для испытания на водопоглощение подготовленные образцы помещают в емкость с водой, соблюдая условия:

- $t(\text{H}_2\text{O}) = (20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$

- уровень воды в емкости на 5 см выше уровня образцов

- Испытуемые образцы через каждые сутки, после водопоглощения, взвешивают и по указанной ниже формуле вычисляют водопоглощение каждого образца Б:

$$W_M = M_g - M_c / M_c * 100\%$$

M_g – масса влажн. образца, г;

M_c – масса сухого образца, г.

Эксперимент с образцами БК продолжается, пока массы последовательных образцов не будут отличаться на 0,1%. Результаты испытаний B_{ct} и B_k образцов БК на W отображены в таблицах 1 – 3 [11].

Таблица № 1

Водопоглощение B_{ct} образцов бетона

№	Маркировка образцов	Возраст Б (сут)	Дата испытаний	M_c образца, г	M_v образца, г	W , %
1	$B_{ct} 1$	14	18.07.22.	807	822	2
2	$B_{ct} 2$			805	823	
3	$B_{ct} 3$			808	822	
4	$B_{ct} 1$	21	25.07.22.	806	820	1,7
5	$B_{ct} 2$			807	822	
6	$B_{ct} 3$			808	821	
7	$B_{ct} 1$	28	01.08.22.	807	824	2
8	$B_{ct} 2$			808	827	
9	$B_{ct} 3$			808	822	
	B_{ct}	<i>итого</i>		807	823	1,9

B_{ct} 1-3 – стандартные образцы, без добавок

Результаты экспериментальных испытаний образцов бетона показывают повышение водопоглощения у B_k образцов.

Таблица № 2

Водопоглощение B_k образцов бетона с 1 % добавкой

№	Маркировка образцов	Возраст Б (сут)	Дата испытаний	Мс образца, г	Мв образца, г	W, %
1	Б _д -1	14	18.07.22.	686	704	4,8
2	Б _д -2			645	694	
3	Б _д -3			665	702	
4	Б _д -1	21	25.07.22.	672	703	5,2
5	Б _д -2			658	696	
6	Б _д -3			665	695	
7	Б _д -1	28	01.08.22.	646	675	5,1
8	Б _д -2			646	680	
9	Б _д -3			647	671	
	Б _д	<i>итого</i>		659	691	5

Б_д - образцы бетона с добавкой «L.O.C»

Таблица № 3

Водопоглощение B_k образцов бетона с 2 % добавкой

№	Маркировка образцов	Возраст Б (сут)	Дата испытаний	Мс образца, г	Мв образца, г	W, %
1	Б _д -1	14	18.07.22.	638	673	5
2	Б _д -2			646	671	
3	Б _д -3			637	672	
4	Б _д -1	21	25.07.22.	644	674	4,7
5	Б _д -2			642	673	
6	Б _д -3			643	673	
7	Б _д -1	28	01.08.22.	647	678	5,3
8	Б _д -2			646	682	
9	Б _д -3			646	680	
	Б _д	<i>итого</i>		647	665	5

Результаты экспериментальных испытаний образцов Б показывают повышение водопоглощения у B_k образцов. Как было отмечено в работах [4, 6], видимо, анионоактивные ПАВ оказывают содействие формированию бетона с открытыми порами.

Заключение

Результаты многократных экспериментальных испытаний показывают эффективность исследуемой добавки ПАВ – «L.O.C» как модификатора. Установили, что при оптимальной дозировке добавки «L.O.C» пластичность и прочность бетона повышается. На основании сравнительного анализа результатов испытаний, проведенных со стандартными образцами Б [9] и образцами с химической добавкой «L.O.C», сделаны следующие выводы:

- Пластичность контрольных образцов бетонного композита, с разрабатываемой добавкой – «L.O.C» количеством 1 %, увеличивается.
- Полученные образцы БК соответствует марке бетона по удобоукладываемости - ПЗ, когда стандартный образец имеет марку – П2.
- Прочность на сжатие контрольных образцов Б, с химической добавкой - «L.O.C» количеством 1 %, повышается на 28 %.
- Определенная оптимальная доза разрабатываемой добавки – МЧС– «L.O.C» для БК равна 1%.
- Установлена эффективность разработанной химической добавки МЧС– «L.O.C» для БК на основании ряда показателей полученных в результате многократных экспериментальных исследований.

Таким образом, экспериментальные испытания с химической добавкой – МЧС – «L.O.C» показали, что при использовании установленной оптимальной дозировки, она действует одновременно на ряд показателей бетонного композита повышая качество, т.е. является не только эффективной, но и многофункциональной. Количество установленной оптимальной дозировки разработанной добавки МЧС – «L.O.C» показывает еще и его экономическую эффективность [11].

Важнейшими преимуществами исследуемой добавки МЧС– «L.O.C» являются: многофункциональность действия, экологическая безопасность и оптимальная доза, которая может обеспечить экологическую и экономическую целесообразность.

Литература

1. Аларханова З.З. Химические добавки для бетонов и растворов: номенклатура, классификация, основной эффект действия // Вестник КНИИ РАН. Серия «Естественные и технические науки». 2022. № 1 (9). С. 65–69.
 2. Шеина С.Г., Батаев Д.К.-С., Даукаев А.А., Батаева П.Д., Батаев А.Д. Ресурсный потенциал горной части Чеченской Республики для производства современных ремонтно-реставрационных вяжущих и составов // Инженерный вестник Дона, 2023, №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2023/8670
 3. Изотов В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. М.: Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Издательство «Палеотип» 2006. 244 с.
 4. Шеина С.Г., Новоселова И.В., Чернявский И.А. Организационно-технологические подходы к оценке безопасности зданий, пострадавших в результате природных и техногенных аварий и катастроф // Инженерный вестник Дона, 2022, №7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7795.
 5. Choudhury S, T Jenass T. Influence of surfactant on foam generation and stabilization in cement slurry. *Materials Today: Proceedings*. 2023. Vol. 88.
 6. Sar P, Ghosh A, Scarso A, Saha B. Surfactants for a better future: the applied aspect of surfactant aggregates from laboratory to industry. *Studies of chemical intermediates*. Vol. 45, pp. 6021–6041.
 7. Li Hou, Jun Li, Zhongyuan Lu, Yunhui Niu. Influence of foaming agent on cement and foam concrete. *Construction and Building Materials*. 2021. Vol. 280, 122399.
-

8. Amway / «L.O.C»™ Многофункциональное чистящее средство. 100sp.ru/good/899006349 (дата обращения: 12.05.2022).
9. Аларханова З.З., Батаева П.Д., Ибрагимов И.Б. Влияние ПАВ – «L.O.C» на свойства бетонных композитов // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2022. Т. 18. № 3 (29). С. 5–13.
10. Аларханова З.З., Ибрагимов И. Б. Модификация строительных бетонов поверхностно-активным веществом «L.O.C». // Вестник КНИИ РАН. Серия «Естественные и технические науки». 2021. № 4 (8). С. 65-69.
11. Аларханова З.З. Эффективность химической добавки «L.O.C» для бетонов // Вестник КНИИ РАН. Серия «Естественные и технические науки». 2022. № 2 (10). С.32-38.

References

1. Alarkhanova Z.Z. Vestnik KNII RAN. Seriya «Estestvennye i tekhnicheskie nauki». 2022. № 1 (9). pp. 65–69.
 2. Sheina S.G., Bataev D.K-S., Daukaev A.A., Bataeva P.D., Bataev A.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, № 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2023/8670
 3. Izotov V.S., Sokolova YU.A. Himicheskie dobavki dlya modifikacii betona [Chemical additives for concrete modification]. M.: Kazanskij Gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet: Izdatel'stvo «Paleotip» 2006. 244 p.
 4. Sheina S.G., Novoselova I.V., Chernyavskiy I.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, № 7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7795
 5. Choudhury S, T Jenass T. Influence of surfactant on foam generation and stabilization in cement slurry. Materials Today: Proceedings. 2023. Vol. 88.
 6. Sar P, Ghosh A, Scarso A, Saha B. Surfactants for a better future: the applied aspect of surfactant aggregates from laboratory to industry. Studies of chemical intermediates. Vol. 45, pp. 6021–6041.
-



7. Li Hou, Jun Li, Zhongyuan Lu, Yunhui Niu. Influence of foaming agent on cement and foam concrete. *Construction and Building Materials*. 2021. Vol. 280, 122399.

8. Amway / «L.O.C»™ Многофункциональное чистящее средство. [Multifunctional cleaner]. 100sp.ru/good/899006349 (дата обращения: 12.05.2022).

9. Alarkhanova Z.Z., Bataeva P.D., Ibragimov I.B. *Vestnik GGNTU. Tekhnicheskie nauki*. 2022. Т. 18. № 3 (29). pp. 5–13.

10. Alarkhanova Z.Z., Ibragimov I. B. *Vestnik KNII RAN. Seriya «Estestvennye i tekhnicheskie nauki»*. 2021. № 4 (8). pp. 65-69.

11. Alarkhanova Z.Z. *Vestnik KNII RAN. Seriya «Estestvennye i tekhnicheskie nauki»*. 2022. № 2 (10). pp. 32-38.

Дата поступления: 12.04.2024

Дата публикации: 30.05.2024