

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЯ БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ

© Аларханова Зура Зилаудиновна

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный; лаборатория высокомолекулярных соединений, доцент., к.х.н., alarh2000@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается морозостойкость, как показатель качества и долговечности бетона, уточнены детали методики экспериментального испытания образцов бетонного композита, модифицированные разрабатываемой химической добавкой «L.O.C.» на морозостойкость, вторым ускоренным методом. Разработана химическая добавка, которая позволяет получать высококачественные бетонные композиты, для обеспечения долговечности бетонных конструкций.

Ключевые слова: бетонный композит, модификация, разрабатываемая добавка «L.O.C.», долговечность, морозостойкость, ускоренный метод.

ACCELERATED TESTING METHOD FOR CONCRETE COMPOSITES FOR FROST RESISTANCE

© Alarkhanova Zura Zilaudinovna

Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny; Laboratory of Macromolecular Compounds, Associate Professor, Ph.D., alarh2000@mail.ru

Abstract. The article discusses frost resistance as an indicator of the quality of concrete, clarifies the details of the methodology for experimental testing of concrete composite samples, modified by the developed chemical additive "L.O.C." for frost resistance, the second accelerated method. Development of chemical additives that allow the production of high-quality concrete composites to ensure the durability of concrete structures.

Key words: concrete composite, modification, developed additive "L.O.C", durability, frost resistance, accelerated method.

1 Введение

Несмотря на развитие многообразия производимых строительных материалов, бетон все еще остается основным конструкционным материалом, и по объему потребления человечеством занимает второе место. Но, растут требования к качеству конструкционного материала, особенно устойчивость к внешним воздействиям, долговечность. Исследования бетонных конструкций показывают, что более 75% от всех конструкций подвержены воздействию агрессивных сред. Для обеспечения долговечности таких конструкций следует разрабатывать и использовать бетоны стойкие к воздействию агрессивных сред. Одним из важнейших контролируемых показателей качества бетона является устойчивость к перепадам температур т.е. морозостойкость [4]. Морозостойкость показывает сколько циклов замораживания и оттаивания может выдержать насыщенный водой бетон, не теряя в массе более 2%, а средняя прочность не более 15%. В связи с этим, исследование и модификация бетона химическими добавками, что позволяет совершенствовать структурные и физико-механические свойства композитов и строительных материалов, остается задачей актуальной.

Целью нашей работы является разработка химической добавки для бетонов и растворов, на предмет установления модифицирующего эффекта, который позволяет получать высококачественные бетонные композиты. Так как первичной защитой для бетонных композиций от внешних воздействий является модификация бетона химическими добавками на основе пластифицирующе-воздухововлекающих добавок, решили разработать многофункциональное моющее средство «L.O.C». По химическому составу это средство содержит около 20% анионоактивные и неионогенные ПАВ, которые совершенствуют такие свойства, как пластичность и прочность.

Получены новые образцы бетонного композита, модифицированные разрабатываемой добавкой «L.O.C» и продолжается экспериментальная работа по испытанию образцов. Проведена экспериментальная работа по испытанию образцов на пластичность, прочность на сжатие и на водопоглощение, полученные результаты испытаний были представлены в предыдущих работах [1, 2]. Предстоит испытание образцов бетонного композита на морозостойкость. Учитывая, что разрабатываемая добавка обладает пластифицирующе-поризирующим эффектом т.е. увеличивает пластичность и удобоукладываемость смеси, что было ранее подтверждено путем экспериментальных испытаний [1], мы можем предполагать повышение и морозостойкости, так как анионоактивные ингредиенты, содержащиеся в разрабатываемой добавке, являются активными пенообразователями. Механизм действия порирующих добавок в том, что они, увеличивая воздушные поры в теле бетона, оставляют место для расширения воды с понижением температуры. В такие резервные поры вода поступает только под давлением замерзающей воды, не разрушая структуру бетона и повышая тем самым морозостойкость [3, 4, 6].

Испытание образцов проводится по стандарту "Методы определения морозостойкости ГОСТ-10060-2012" [5], данным стандартом установлены базовые и ускоренные методы (УМ) определения морозостойкости. Морозостойкость(М) образцов бетона(Б) определяют по достижению им проектного возраста (28 суток), согласно требованиям стандарта. Испытание образцов бетонного композита на М будет проводиться вторым УМ.

2 Ускоренный второй метод определения М

Испытание образцов по второму УМ выполняют замораживанием образцов, насыщенных 5%-м раствором хлорида натрия (NaCl) на воздухе, и последующим их оттаиванием в 5%-м растворе NaCl. Условия испытаний образцов на морозостойкость представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Условия испытаний образцов при установлении морозостойкости

Метод и марка Б по морозостойкости	Условия испытания			Вид Б
	Среда насыщения	Среда и $t^{\circ}\text{C}$ замораживания среды	Среда и $t^{\circ}\text{C}$ оттаивания среды	
Ускоренный метод				
Второй	5%-ный водный р-р NaCl	Воздушная, минус $(18\pm 2)^{\circ}\text{C}$	5%-ный водный р-р NaCl, $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$	Все виды Б, кроме Б дорожных и аэродромных покрытий, Б-х конструкций, эксплуатирующ-я при действии минерализованной воды и легких Б марок со ср плотности менее D1500

$t^{\circ}\text{C}$ – температура

2.1 Оборудование для экспериментальных исследований:

- Посуда для содержания в растворе и испытания образцов Б.
- Морозильная камера, поддерживающая температуру замораживания $(-18\pm 2)^{\circ}\text{C}$.
- Ванночки для насыщения образцов 5%-м р-ром (NaCl) и для их оттаивания, поддерживающая температуру воды $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$
- Деревянные, квадратные подкладки высотой 5см.
- Лабораторные весы.
- Контейнер сетчатый, для размещения в морозильной камере основных(Ос) образцов. Водный раствор NaCl.

2.2 Подготовка образцов к проведению испытания

- Образцы для испытания должны отвечать требованиям ГОСТ-10180 и без внешних изъянов.
- Перед началом испытаний образцов измеряют их массу, предварительно очистив.
- Основные образцы Б перед замораживанием, а контрольные перед испытанием на прочность насыщают 5 %-ным водным раствором NaCl температурой $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$.
- Первые 24 часа образцы погружают в раствор на 1/3 их высоты, затем уровень раствора поднимают до 2/3 высоты образцов и держат в таком состоянии еще 24ч, далее образцы целиком погружают в раствор на двое суток так, чтобы уровень раствора был выше образцов на 2см.
- По истечению четырех суток образцы извлекают из раствора, протирают влажной тканью, контрольные(К) взвешивают и проверяют прочность на сжатие по ГОСТ-10180, а Ос испытывают на морозостойкость по режиму, приведенному в табл. 2.

Таблица 2 - Режимы испытаний образцов

Размер образца, мм	Режим испытаний			
	Замораживание		Оттаивание	
	Время, ч, не менее	Температура, °С	Время, ч, не менее	Температура, °С
100×100×100	2,5	-18±2	2±0,5	20±2

2.3 Проведение испытаний

- Насыщенные 5%-ным водным раствором NaCl Ос образцы укладывают в морозильную камеру так, чтобы расстояние между ними было не менее 2см.
- Понижают температуру до (-18±2)°С, время установления в камере температуры -16 °С фиксируют, как время начало замораживания.
- Число циклов замораживания и оттаивания (ЗиО), для определения прочности при сжатии образцов Б принимают по таблице 3.
- Основные образцы после проведения заданного числа циклов ЗиО осматривают, отделяющийся от образца материал очищают щеткой, взвешивают и проверяют на прочность.

Таблица 3 - Соотношение между числом циклов испытаний и маркой бетона по морозостойкости

Метод	Вид бетона	Марки Б по морозостойкости и или число циклов, после которого проводят промежуточное испытание (над чертой) и число циклов, соответствующее марке Б по морозостойкости (под чертой)										
		5	7	10	15	20	30	40	50	60	800	1000
Ус ко ре н ны й	Вт ро й Все виды Б, кроме Б дорожных и аэродромных покрытий, Б конструкций, эксплуатирующ-я минерализован-й воде, и легких Б со ср плотностью менее D1500	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<u>8</u>	<u>1</u>	<u>20</u>	<u>30</u>	<u>45</u>	<u>75</u>	<u>110</u>	<u>150</u>	<u>200</u>	<u>300</u>	<u>450</u>

2.4. Обработка результатов экспериментальных испытаний

- Расчёт изменения массы образцов Δm , в процентах

$$\Delta m = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100 \tag{1}$$

где m - масса образца до ЗиО, г;

m_1 - масса образца после ЗиО, г.

- Определение ср. значения прочности $X_{ср}$ К и Ос образцов:

$$X_{\text{ср}} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2)$$

где X_i - прочность одного образца, МПа
 n - количество образцов

- Рассчитываем среднеквадратическое отклонение σ_n ГОСТ-18105:

$$\sigma_n = \frac{W_m}{\alpha} \quad (3)$$

где W_m - размах един. значений прочности Б в серии, определяемый как разность между max и min един. значениями прочности, МПа;

α - коэффициент, зависящий от числа един. значений прочности Б n в серии, получают по табл. 4.

Таблица 4 - Коэффициент α

Число единичных значений	2	3	4	5	6
Коэффициент	1,13	1,69	2,06	2,33	2,5

- Расчёт коэффициента вариации прочности V_m

$$V_m = \frac{\sigma_n}{X_{\text{ср}}} \quad (4)$$

- Нижнюю границу доверительного интервала для К образцов $X_{\text{min}}^{\text{I}}$ определяют по формуле

$$X_{\text{min}}^{\text{I}} = X_{\text{ср}}^{\text{I}} - t_{\beta} \sigma_n^{\text{I}} \quad (5)$$

и $X_{\text{min}}^{\text{II}}$ для Ос после ЗиО по формуле

$$X_{\text{min}}^{\text{II}} = X_{\text{ср}}^{\text{II}} - t_{\beta} \sigma_n^{\text{II}} \quad (6)$$

где t_{β} - критерий Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$, в зависимости от количества испытываемых образцов, принимаем по таблице 5.

Таблица 5 - Критерий Стьюдента

Число образцов n	4	5	6
Критерий Стьюдента t_{β}	3,182	2,776	2,570

Образцы считают выдержавшими проверку на М:

- если нижняя граница доверительного интервала, для Ос образцов после ЗиО, и для К соблюдается соотношение

$$X_{\text{min}}^{\text{II}} \geq 0,9 X_{\text{min}}^{\text{I}} \quad (7)$$

- Марку бетона по М определяют по таблице 3, с учетом числа циклов, где сохраняется соотношение (7),
- Потеря массы не более 2%, без трещин и шелушения.

- Снижение ср. прочности Б не превышает 15%.

Перед началом проверки образцов Б на М необходимо заполнить таблицу 6, указав исходные данные К и Ос образцов.

Таблица 6 - Исходные данные контрольных и основных образцов

Дата поступления образцов	Номер серии и маркировка образцов	Дата изготовления или отбора образцов	Размер образца, мм	Масса образца, г	Класс Б по прочности	Проектная марка Б по морозостойкости F	Подпись лица, принявшего образцы на испытание
1	2	3	4	5	6	7	8
	1						
	2						
	3						

Далее заполняют журнал испытаний образцов (табл. 7), включая результаты испытаний после обработки.

Таблица 7 - Журнал испытаний бетона на морозостойкость

№ Образца	Результаты испытаний образцов																				
	контрольных						основных														
							После промежуточных испытаний						После итоговых испытаний								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Дата испытаний,	Метод испытаний	Масса насыщен-о образца	Прочность при сжатии насыщ-о образца,	Ср прочность при сжатии насыщ-х образцов в серии МПа	Нижняя граница доверит-о интервала с коэффициентом МПа	Число циклов замораж-я и оттаив-я	Масса образца, г	Среднее уменьшение массы образцов, %	Наличие трещин, сколов, шелушения	Прочность при сжатии образца, МПа	Ср прочность при сжатии образцов в серии, МПа	Число циклов замораж-я и оттаивания	Масса образца, г	Среднее уменьшение массы образцов, %	Наличие трещин, сколов, шелушения	Прочность при сжатии образца, МПа	Ср прочность при сжатии образцов в серии,	Нижняя граница доверит-о интервала, МПа	Заключение о результатах испытаний	Подпись ответственного лица
1																					
2																					
3																					

Итак, рассмотрев морозостойкость бетона, как один из важнейших показателей качества бетона обеспечивающий долговечность бетонных конструкций, уточнены детали, дополнены некоторые нюансы методики экспериментального испытания образцов бетонного композита, вторым ускоренным методом. Испытания образцов бетонного композита, модифицированные разрабатываемой химической добавкой «L.O.C» на морозостойкость,

помогут обнаружить эффективность разрабатываемой добавки и для повышения морозостойкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аларханова З.З. Эффективность химической добавки «Л.О.С.» для бетонов// Вестник КНИИ РАН. Серия «Естественные и технические науки». 2022. № 2(10). С.32-38.
2. Аларханова З.З, Батаева П.Д, Ибрагимов И.Б. Влияние ПАВ – «Л.О.С» на свойства бетонных композитов//Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2022. Т. 18. № 3 (29). С. 5-13.
3. Bazhenov Yu.M., Bataev D.K-S., Murtazaev S-A.U. Alarkhanova Z.Z. Goitemirov R.U. Mazhiev Kh.N. Khasbulatova Z.S. Bataeva P.D. Ways to improve properties of high-strength building polymer composites. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 905, 3rd International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2020) 28-29 February 2020, Grozny, (WoS).
4. Несветаев Г.В., Корчагин И.В., Лопатина Ю.Ю., Халезин С.В. О морозостойкости бетонов с суперпластификаторами // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №5 (2016) [http:// naukovedenie.ru/PDF/88TVN516.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/88TVN516.pdf) (дата обращения.: 25.04.2023).
5. ГОСТ-10060-2012 / EN 12390-9:2006, NEQ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ. М.: Стандартиформ, 2018.
6. Морозостойкость бетона, способы ее повышения. / Моргун А. Н./ morozostoykost-betona-sposoby-ee-povysheniya.pdf (дата обращения: 25.04.2023).

REFERENCES

1. Alarkhanova Z.Z. The effectiveness of the chemical additive "L.O.C." for concrete// Vestnik KNII RAS. The series "Natural and Technical Sciences". 2022. No. 2(10). Pp.32-38.
2. Alarkhanova Z.Z, Bataeva P.D, Ibragimov I.B. Influence of surfactant - "L.O.C" on the properties of concrete composites//Bulletin of GGNTU. Technical sciences. 2022. Vol. 18. No. 3 (29). Pp. 5-13.
3. Bazhenov Yu.M., Bataev D.K-S., Murtazaev S-A.U. Alarkhanova Z.Z. Goitemirov R.U. Mazhiev Kh.N. Khasbulatova Z.S. Bataeva P.D. Ways to improve properties of high-strength building polymer composites. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 905, 3rd International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2020) 28-29 February 2020, Grozny, (WoS).
4. Nesvetaev G.V., Korchagin I.V., Lopatina Yu.Yu., Khalezin S.V. On frost resistance of concretes with superplasticizers // Online journal "Science Studies" Volume 8, No. 5 (2016) [http:// naukovedenie.ru/PDF/88TVN516.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/88TVN516.pdf) (accessed: 04.25.2023).
5. GOST-10060-2012 / EN 12390-9:2006, NEQ. METHODS FOR DETERMINING FROST RESISTANCE. M.: Standartinform, 2018.
6. Frost resistance of concrete, ways to increase it. / Morgun A. N./ morozostoykost-betona-sposoby-ee-povysheniya.pdf (accessed: 04.25.2023).