

Ходжамуродов С.К.

КИНЕТИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ГРУНТОЦЕМЕНТА ПРИ СЖАТИИ И ИЗГИБЕ ПРИ ВЛИЯНИИ ЗАМОРАЖИВАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ

S.K. Khodzhamurodov

KINETICS OF CHANGE IN STRENGTH SEMENOTGRUNT UNDER COMPRESSION AND BENDING UNDER THE INFLUENCE OF FREEZE-THAW

УДК: 691.4:541.1:674.816.2

В статье приведены результаты исследования морозостойкости цементогрунта. Установлено, что с учетом различного влияния замораживания-оттаивания цементогрунта на его сопротивляемость сжатию и изгибу, необходимо проводить испытания и оценивать морозостойкость цементогрунта только при характерной для проектируемой конструкции деформаций.

In the article are the results of research of influence of frost resistance of the sementogrun. It is shown that the different effects of freezing and thawing sementogrun on its resistance to compression and bending, you need to test and evaluate the frost sementogrun only characteristic designed structure deformation.

В связи с широким применением бетона выявляются новые свойства материала, он еще дальше проникает в среду строительства географически, конструкции из бетона приобретают новые решения, получают архитектурно-строительную выразительность, что с учетом сравнительной простоты технологии изготовления и переработки, их доступности, малой энергоёмкости, экологической безопасности и эксплуатационной надежности, возможности широкого использования местных сырьевых ресурсов, утилизации техногенных отходов деятельности человека, вызывает неизменный интерес к материалу, повышение требований со стороны строителей и постоянное стремление к его совершенствованию со стороны ученых и практиков.

На настоящее время приоритеты в развитии производства и использования бетонов меняются, наблюдается переход от традиционных путей совершенствования структуры и составов в сторону модернизации технологии их получения. При таком подходе вполне естественным становится повышенное внимание к структуре, прежде всего, цементных бетонов. Исследования И.Н. Ахвердова, Ю.М. Баженова, Г.И. Горчакова, В.Г. Батракова, П.С. Красовского, З.М. Ларионовой, В.Г. Микульскош, О.П. Мchedоюва-Петросяна, А.Н. Ребиндера, В.И. Соломатова, В.В. Стояньникова, А.Е. Шейкина, И.К. Касымова, В.М. Курдюмовой и многих других получают новое развитие.

В проведенных ранее исследованиях в основном решены задачи получения строительных материалов. Однако в настоящее время в необходимом объеме отсутствуют исследования физико-химических и физико-технических свойств цементных бетонов на основе местного сырья Республики Таджикистан и крайне мало изучены способы комплексного укрепления фунтов цементом и химическими добавками, а также процессы тепломассообмена и эксплуатацион-

но-технические свойства конструкций с использованием низкомарочных бетонов на основе глинистых грунтоцементов, что затрудняет прогнозирование их долговечности в резкоконтинентальных климатических условиях Республики Таджикистан.

В связи с этим, в данной статье сделана попытка рассмотреть с единых теоретических позиций и экспериментально подтвердить целесообразность получения и применения бетонов на основе цемента и глинистого грунтоцемента.

Многokратное замораживание-оттаивание является одним из основных агрессивных факторов воздействия внешней среды, снижающих прочность и долговечность цементогрунтов в натуральных условиях, поэтому для обеспечения долговечности и надежности этого материала в строительных конструкциях необходима точная оценка влияния замораживания-оттаивания на прочность при различных видах деформаций [1,2].

В течение долгих лет морозостойкость цементогрунтовых материалов оценивалась только по прочности на сжатие образцов, прошедших замораживание-оттаивание. Испытываются цилиндрические образцы размером 5 x 5 см. В соответствии с этим основные данные о морозостойкости цементогрунтов, накопленные за многие годы исследований, характеризуют это свойство материала только при одном виде деформации-сжатии.

Однако во многих строительных конструкциях, например, в аэродромных и дорожных основаниях и покрытиях, для устройства которых широко используются укрепленные грунты, цементогрунтовые слои деформируются не при сжатии, а при изгибе. Поэтому в НИИ строительства и архитектуры Агентства по строительству и архитектуры при Правительстве Республики Таджикистан проведены исследования прочностных свойств, морозостойкости и других показателей при различных видах деформаций. Необходимость испытаний цементогрунтов на изгиб подтверждена в недавно опубликованной ведомственной инструкции по укреплению грунтов цементом с добавками химических веществ.

Влияние замораживания-оттаивания на прочность цементогрунта при изгибе и сжатии изучалось нами на образцах-балках размером 4 x 4 x 16 см. Такие образцы применяются для определения марки цемента согласно ГОСТ 18105-86. Для уменьшения влияния неоднородности материала прочность на сжатие устанавливалась на тех же образцах-балочках после испытания их на изгиб.

Образцы изготавливались из смеси портланд-цемента марки М500 и мелкозернистого песка ($pH=7,05$) следующего гранулометрического состава (табл. 1). Исследования проводились для конкретного объекта строительства, находящегося в суровых климатических условиях. Для этих условий стандартная методика испытания цементогрунтов на морозостойкость неприемлема. Поэтому нами была принята

более суровая методика испытаний, близкая к реальным условиям работы цементогрунта в проектируемой конструкции: замораживание до температуры $-40^{\circ}C$, число циклов замораживания-оттаивания 40. Остальные условия испытаний были обычными: продолжительность замораживания -4 ч, оттаивание в воде при температуре $+20^{\circ}C$ в течение 4 ч, начало испытаний образцов - в возрасте 28 дней.

Таблица 1

Гранулометрический состав мелкозернистого песка

№ пп.	Размеры частиц, мм	Содержание частиц, % по весу
1.	2 - 1	-
2.	1-0,5	0,4
3.	0,5-0,25	35,5
4.	0,25-0,10	55,4
5.	0,10-0,05	8,7
6.	0,05-0,01	следы
7.	0,01-0,002	-
8.	Меньше 0,002	-

После окончания испытаний на замораживание-оттаивание определялась прочность образцов, прошедших эти испытания, и образцов контрольных, имеющих аналогичный возраст, но не подвергавшихся замораживанию.

В результате испытаний установлено, что прочность контрольных образцов составляла (при сжатии цемента в количестве 18-20% по весу грунта): на сжатие $R_{сж}^k = 3,5...6,5$ МПа на изгиб $R_{р,н}^k = 1,3...2,0$ МПа. У образцов, прошедших испытания на морозостойкость, прочность была равна: при сжатии $R_c = 3,0...5,0$ МПа при изгибе $R_{р,н} = 0,7... 1,0$ МПа.

Влияние замораживания-оттаивания на прочность при различных видах деформаций оценивалась коэффициентами морозостойкости по сжатию $K_{сж}$ и по изгибу.

$$K_{сж} : K_{сж} = \frac{R_{сж}^k}{R_{сж}^n}; K_{р,н} = \frac{R_{р,н}^k}{R_{р,н}^n}$$

Результаты вычислений коэффициентов морозостойкости приведены в табл. 2. Как видно из табл. 2, влияние замораживания-оттаивания на прочность цементогрунта при сжатии и изгибе различно. Значения коэффициента морозостойкости по сжатию находятся в основном в пределах $0,7 \div 0,8$, а средние значения, близкие для образцов с содержанием цемента в количестве 18 и 20%, удовлетворяют известным требованиям к морозостойкости укрепленных грунтов ($K \geq 0,75$). Однако почти все значения коэффициента морозостойкости по изгибу меньше, чем по сжатию, и находятся в пределах $0,5 \div 0,7$.

Таблица 2

Результаты вычислений коэффициентов морозостойкости по сжатию $K_{сж}$ и по изгибу $K_{р,н}$

Содержание цемента, % по весу	№ образцов	Коэффициенты морозостойкости		$M = \frac{K_{р,н}}{K_{сж}}$
		по прочности на сжатие $K_{сж}$	По прочности на изгиб $K_{р,н}$	
18	1	0,98	0,53	0,52
	2	0,67	0,58	0,87
	3	0,77	0,72	0,94
	4	0,58	0,47	0,81
	5	1,02	0,52	0,51
	6	0,79	0,79	1,00
	7	0,88	0,28	0,32
	Среднее	0,81	0,56	0,69
20	1	0,70	0,47	0,67
	2	0,70	0,58	0,83
	3	0,70	0,49	0,70
	4	0,65	0,44	0,68
	5	0,65	0,58	0,89
	6	0,84	0,56	0,67
	7	1,05	0,71	0,68
	8	0,91	0,65	0,71
	9	0,55	0,49	0,89
	10	0,95	-	-
	11	1,19	0,68	0,57
	12	0,46	0,49	1,06
	13	0,83	0,27	0,32
Среднее	0,78	0,57	0,73	

В последней графе табл. 2 приведены значения соотношений коэффициентов морозостойкости по изгибу и сжатию, более четко показывающие различное влияние замораживания-оттаивания на прочность цементогрунта при различных видах деформаций. Почти все эти значения меньше единицы и находятся в основном в пределах 0,6 ч - 0,8, средние значения для образцов с содержанием цемента в количестве 18 и 20% довольно близкие и могут быть приняты равными 0,7.

Различное влияние морозного воздействия на прочность цементогрунта при сжатии и изгибе объясняется, по нашему мнению, следующим. В изгибаемых образцах, а также слоях конструкций нижняя зона цементогрунта испытывает растягивающие усилия, которые играют решающую роль в прочности всего изгибаемого элемента, так как прочность цементогрунта на растяжение значительно меньше, чем на сжатие.

При многократном замораживании и оттаивании происходит ослабление сил сцепления между частицами укрепленного грунта, которое сказывается в большей степени при растяжении материала, чем при его сжатии. Поэтому снижение прочности цементогрунта при изгибе происходит более интенсивно.

Учитывая различное влияние замораживания-оттаивания цементогрунта на его сопротивляемость сжатию и изгибу, необходимо проводить испытания и оценивать морозостойкость укрепленных грунтов только при таком виде деформаций, которые характерны для проектируемой конструкции.

Литература:

1. Авторское свидетельство 1590464 СССР, МКИ С 04 В 28/02, 24/10. Способ получения добавки для бетонной смеси.
2. Состав, структура и свойства цементных бетонов / Горчаков Г.И. и др. - М.: Стройиздат, 1976. -231 с.

Рецензент: к.т.н, доцент Абдыракеев Г.Дж.