

И. М. Тарасов, И. И. Кисель, А. Я. Демченко,
Г. А. Сабельникова

К ВОПРОСУ О СТОЙКОСТИ ПОРИСТЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И БЕТОНОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ПОРИСТЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ, В РАСТВОРАХ ФОСФАТНЫХ СОЛЕЙ

Практика эксплуатации зданий и сооружений предприятий химической промышленности, производящих удобрения для сельского хозяйства, показала, что строительные материалы и строительные конструкции подвергаются интенсивному разрушению [299].

Характерны разрушения строительных конструкций от солевой коррозии на Солигорском калийном комбинате и Гродненском азотно-туковом заводе. Исследование процесса коррозии материалов представляет большой научный и народнохозяйственный интерес [300, 301].

Кафедра технологии силикатов БПИ ведет исследования в направлении определения стойкости строительных материалов в агрессивных средах [302, 303].

Задачей настоящей работы является установление коррозионной стойкости строительных материалов — глиняного и силикатного кирпича и бетонов на легких заполнителях: определение зависимости между пористостью керамического черепка и его коррозионной стойкостью и качеством вяжущего материала, пористостью заполнителя и коррозионной стойкостью легкого бетона.

Определение зависимости между пористостью керамического черепка и его коррозионной стойкостью.

Задачей данного раздела работы являлось изучение стойкости плотного и пористого керамического черепка, изготовленного из глин БССР, в условиях действия на него агрессивных сред, получаемых при производстве фосфорных удобрений.

Исследования проводились на глинах месторождений Гайдуковка (Минской области) и Витебского, интенсивно разрабатываемых керамической промышленностью (табл. 1 и 2).

Табл. 1. Химический состав глин

Наименование глины	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	п. п. п.	Сумма
Гайдуковка	58,62	14,80	4,92	3,36	3,36	4,59	10,90	100,71
Витебская	50,70	19,22	8,00	4,62	3,08	2,65	9,70	97,97

Табл. 2. Техническая характеристика глин

Наименование глины	Содержание фракций, %				Водозатворение, %	Класс пластичности	Огнеупорность, °С
	0,25 мм	0,26—0,01 мм	0,01—0,005 мм	0,005—0,001 мм			
Гайдуковка	1,60	24,60	29,30	18,50	26,00	25,4	II
Витебская	1,47	12,03	5,80	20,70	60,00	27,5	I

Для исследований были изготовлены кубы размером 5×5×5 см из масс следующих составов (табл. 3).

Табл. 3. Составы масс

Индекс массы	Наименование глины	Содержание компонентов, %		
		глина	опилки	песок
Г	Гайдуковка	100	—	—
Г-25-О	"	75	25	—
Г-25-П	"	75	—	25
В-25-О	Витебская	75	25	—
В-35-О	"	65	35	—
В-25-П	"	75	—	25

Образцы готовились из порошков глин, размолотых и просеянных через сито с размером отверстий 1 мм. Дозирование компонентов производилось в объемных отношениях, сухими; затем производилось перемешивание до однородного состояния, после этого масса увлажнялась. Формование образцов производилось на лабораторном прессе с мундштуком размером 50×50 мм.

Сырые образцы высушивались на воздухе. Обжиг производился в зависимости от свойств глины. Образцы из глины Гайдуковка обжигались при температуре 1200°С; образцы из Витебской высокопластичной легкоплавкой глины — при температуре 950°С. После обжига определялся предел прочности при сжатии, полученные данные служили показателем для сравнения действия агрессивной среды на прочность керамических материалов.

Обожженные образцы каждого состава делились на 2 группы и подвергались насыщению в водопроводной воде и растворе

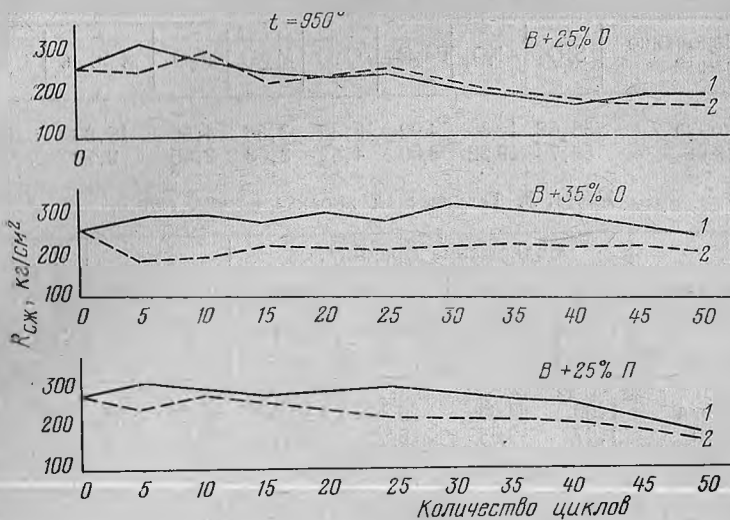


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии образцов из Витебской глины от количества циклов попеременного насыщения в воде и в растворе фосфатной соли и высушивания:

1—насыщение в воде; 2—насыщение в растворе соли.

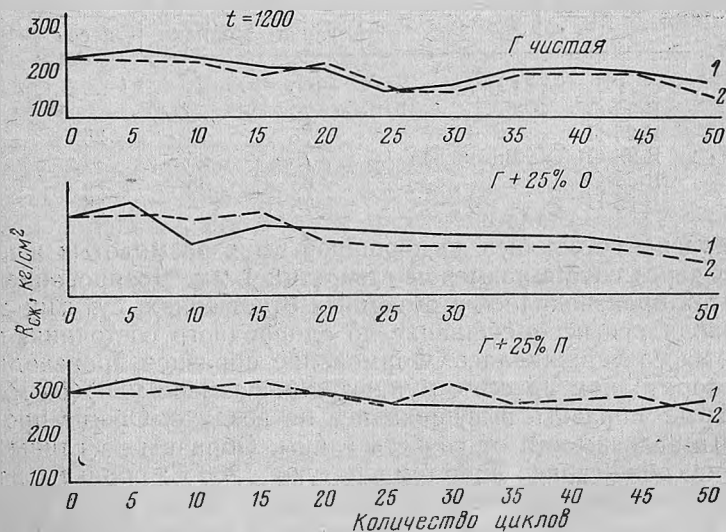


Рис. 2. Зависимость предела прочности при сжатии образцов из глины месторождения Гайдуковка от количества циклов попеременного насыщения в воде и в растворе фосфатной соли и высушивания:

1—насыщение в воде; 2—насыщение в растворе соли.

фосфатной соли — $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, содержащей 45,91% оксида P_2O_5 .

Насыщение образцов производилось при комнатной температуре в течение трех суток. Высушивание производилось при температуре 70—80°C. Всего было проведено 50 циклов попеременного насыщения и высушивания. Изменение предела прочности при сжатии в зависимости от количества циклов попеременного насыщения в воде и в растворе фосфатной соли и высушивания показано на рис. 1 и 2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ПОРИСТОСТЬЮ ЗАПОЛНИТЕЛЯ, КАЧЕСТВОМ ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА И КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ ЛЕГКОГО БЕТОНА

В данной части работы определялось влияние растворимой фосфатной соли — двойного суперфосфата $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ на прочностные свойства бетонов, изготовленных на основе вяжущих — портландцемента и извести и заполнителей — аглопорита и керамзита.

В работе были использованы следующие сырьевые материалы: портландцемент Волковысского цементного завода, известь Климовичского комбината стройматериалов, керамзит Витебского комбината стройматериалов, аглопорит Минского кирпичного завода № 2, суперфосфат Гомельского суперфосфатного завода.

ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

1. Портландцемент Волковысского цементного завода: нормальная плотность — 27,25%; начало схватывания — 1 час 30 мин, конец схватывания — 5 час; тонина полома характеризуется остатком на сите № 008, равным 14%; удельный вес — 3,025 г/см³; предел прочности при сжатии образцов (балочек) после запаривания при 8 атм 330 кг/см², при изгибе — 65,4 кг/см².

2. Известь Климовичского комбината стройматериалов: содержание активных $\text{CaO} + \text{MgO} = 68\%$; скорость гашения — 23 мин; содержание непогасившихся частиц — 16%.

3. Керамзит Витебского комбината стройматериалов: удельный вес — 2,3—2,6 г/см³; морозостойкость 20—25 циклов; водопоглощение 20—25%; теплопроводность — 0,1 ккал/час·м² °C при $\gamma = 450$ кг/м³; пористость — 60%. (Объемный вес и прочность — табл. 4).

Табл. 4. Объемный вес и прочность

Размер фракций мм	Объемный вес, кг/м ³	Предел прочности при сжатии в цилиндре = 120 мм, кг/см ²
20—5	500	8—14
5	700	25—40

4. Характеристика аглопорита Минского кирпичного завода № 2 дана в табл. 5 и 6.

Табл. 5. Зерновой состав аглопорита

Размер фракций, мм	> 40	20—40	10—20	5—10	2,5—5	1,2—2,5	0,6—1,2	0,3—0,6	0,15—0,3	0—0,15
--------------------	------	-------	-------	------	-------	---------	---------	---------	----------	--------

Содержание фракции, %	0,9	18,65	56	12,6	5,13	1,9	2,1	1,16	0,9	1,16
-----------------------	-----	-------	----	------	------	-----	-----	------	-----	------

Табл. 6. Физические характеристики аглопорита

Показатели	Фракции аглопорита, мм			
	10—20	5—10	2,5—5	2,5
Удельный вес, г/см ³	2,51	—	—	—
Объемный вес, кг/м ³	610	680—710	780—900	1000—1190
Пористость, %	49—41	45—44	—	—
Водопоглощение, %	12,6	12,5	—	—

5. Суперфосфат Гомельского суперфосфатного завода: содержание усвояемой P_2O_5 —45,91%; содержание свободной кислоты в пересчете на P_2O_5 —3,07%; содержание поверхностносвободной кислоты—1,1%.

Для формирования образцов были приняты следующие составы масс:

Аглопоритобетон: цемент и аглопорит в соотношении (по весу) 1:4; состав фракций аглопорита (по объему)—20—10 мм—40%; 10—5 мм—20%; 5—2,5 мм—15%; < 2,5 мм—25%; вода—17% от веса сухих материалов; в/ц=0,2.

Керамзитобетон: цемент и керамзит в соотношении 1:2 по весу; фракционный состав керамзита (по объему): 20—5 мм—67,5%, < 5 мм—32,5%; вода—22% к весу сухих материалов; в/ц=0,22.

Силикатобетон: известь из расчета содержания в массе—7% активной CaO и аглопорит фракционного состава (по объему): 10—5 мм—48%; 5—2,5 мм—12,8%; < 2,5 мм—39,2%; вода—21,5% к весу сухих материалов.

Из керамзитобетона и аглопоритобетона формовали образцы—кубы размером 10×10×10 см, а из силикатобетона—размером 7×7×7 см.

Твердение аглопорито- и керамзитобетонных кубов происходило в воде в течение 28 суток. Силикатобетонные кубы запа-

ривали в автоклаве по следующему режиму: подъем давления до 8 атм — 2,5 часа, выдерживание при 8 атм — 8 часов при постепенном снижении давления. Результаты изучения свойств образцов приведены в табл. 7.

Табл. 7. Характеристика образцов

Вид бетона	Объемный вес, кг/м ³	Удельный вес, кг/м ³	Водопоглощение, %	Общая пористость, %	Предел прочности при сжатии, кг/см ²
Аглопоритобетон	1689	2260	2,53	25,26	308
Керамзитобетон	1211	2040	5,53	45,94	156
Силикатобетон	1551	2425	16,55	36,04	54

Исследование коррозионной стойкости бетонов при действии раствора двойного суперфосфата велось в течение 6 суток с периодическим насыщением и высушиванием образцов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Растворы фосфатных солей и воды при многократном насыщении и высушивании керамических изделий обладают свойствами агрессивного влияния на механическую прочность образцов. Раствор фосфатной соли усиливает агрессивные действия на изделия, причем более сильному воздействию подвергаются образцы пористые; чем плотнее изделия, тем процесс разрушения меньше. Это обуславливается главным образом воздействием физических факторов, о чем свидетельствуют графики (рис. 1, 2).

Из графиков (рис. 1 и 2) видно, что при насыщении образцов водой и фосфатными солями предел прочности при сжатии незначительно растет до пяти, а иногда и до десяти циклов попеременного насыщения и высушивания, а затем заметно уменьшается. Так, при насыщении водой предел прочности при сжатии уменьшился на 6,7—35,4%, при насыщении в фосфатной соли на 11,6—36,2%. После 50 циклов образцы видимых разрушений не имели.

Процесс кристаллизации солей в керамических образцах не оказывает ярко выраженного действия, указывающего на разрушения как пористых, так и плотных образцов. Снижение предела прочности при сжатии происходит, видимо, потому, что глиняный кирпич при насыщении водой вследствие адсорбции влаги расширяется, а при высушивании сокращается в объеме. Попеременное расширение и сжатие образца приводит к образованию микротрещин, что ведет к падению механической прочности.

2. Стойкость образцов в растворах фосфатных солей и воде в зависимости от исходных заполнителей и исходных вяжущих

материалов показана на графиках рис. 3. Прочность определялась на влажных образцах, падение прочности следует отнести главным образом за счет расклинивающего действия воды, так как нулевое испытание производилось в воздушно-сухом состоянии.

Графики рис. 3 свидетельствуют, что наибольшей прочностью в обычных условиях обладают образцы на аглопоритовом запол-

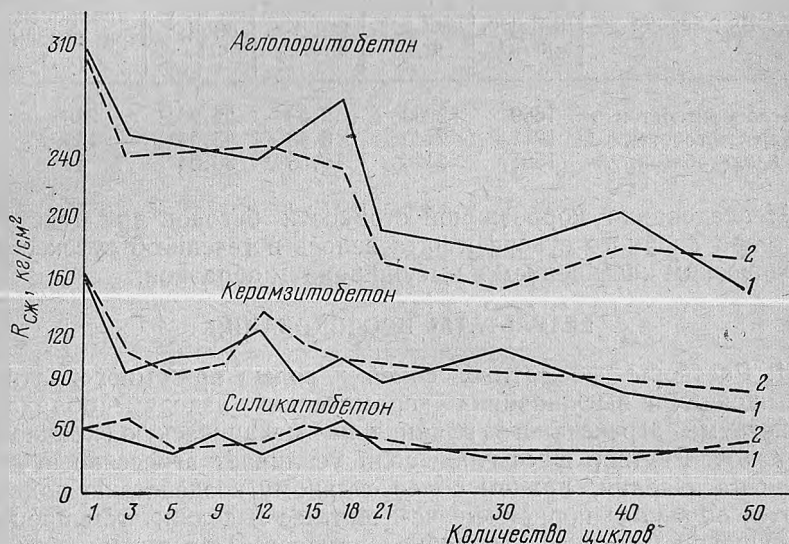


Рис. 3. Зависимость предела прочности при сжатии образцов из аглопоритобетона, керамзитобетона, силикатобетона от количества циклов попеременного насыщения в воде и в растворе фосфатной соли и высушивания:

1 — насыщение в воде, 2 — насыщение в растворе соли.

нителе и цемента, падение прочности изделий через 50 циклов составляет 50%.

Минимальную прочность показали образцы, насыщавшиеся в растворе фосфатной соли; при 30-кратном насыщении и высушивании их прочность упала более, чем на 50%.

Потеря прочности керамзитобетона на 50-м цикле достигает 45—50%, что свидетельствует о значительном разрушении изделий. Процесс разрушения можно объяснить главным образом физическим воздействием растворов.

Силикатные изделия, изготовленные на известковом вяжущем, показали равномерное понижение прочности. Прочность их снизилась с 50 кг/см² до 40 кг/см², однако внешний вид изделий свидетельствовал о нестойкости образцов в испытываемых средах (шелушение граней).