

УДК 691.32

О. Н. ШЕВЧЕНКО, З. З. МАЛИНИНА, Е. Ю. ТКАЧЕВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ ВОДЫ НЕИЗВЕСТНОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ И СОСТАВА К КОРРОЗИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ
НА БЕТОН**

Аннотация. Проведен анализ воды неизвестного состава с использованием унифицированных методов анализа воды и определены основные показатели ее агрессивности по отношению к бетону. Показано отсутствие способности у воды данного состава к коррозионному воздействию на бетон.

Ключевые слова: бетон, коррозия, вода, состав, агрессивность.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Важнейшее свойство строительных конструкций – их прочность и долговечность [1]. В связи с широким применением бетонных конструкций и освоением новых районов с агрессивными грунтовыми водами важной задачей является обеспечение долговечности бетона при действии на него различных жидких сред [2]. Наиболее широко в строительстве применяется портландцемент. В строительной практике часто встречаются случаи снижения прочности или разрушения бетона, вызванные химическими процессами взаимодействия природной воды с продуктами гидратации портландцемента (таблица 1). Эти процессы, как известно, называют коррозией, а активность воды в отношении коррозии – ее агрессивностью. Стойкость бетонов, которая может понижаться за счет коррозии, зависит от вида и свойств цемента и агрессивности среды.

Таблица 1 – Растворимость минералов клинкера портландцемента в г СаО/л

Наименование	Химическая формула	Растворимость, г СаО/л
Гидроксид кальция	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	1,3
Двухкальциевый гидросиликат	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,12–1,22
Трехкальциевый гидроалюминат	$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,08
Однокальциевый гидроферрит, переходящий в (3,4) – кальциевый гидроферрит)	$\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ $(3,4)\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$	0,05

Причинами коррозии могут являться:

– во-первых, способность $\text{Ca}(\text{OH})_2$ переходить в раствор;
– во-вторых, способность двухкальциевого гидросиликата и трехкальциевого гидроалюмината кальция к гидролизу с выделением в раствор свободной извести ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Гидроксид кальция, растворяясь в поровой воде (воде, находящейся в порах бетона), образует насыщенный раствор с содержанием извести 1,3 г в литре воды. При этом остальные соединения не могут растворяться (гидролизироваться), так как для них раствор пересыщен известью. Если концентрация извести в поровом растворе по каким-либо причинам будет понижаться, то равновесие гидролиза сместится вправо и начнется растворение гидросиликата и гидроалюмината кальция с образованием кислоты и основания. Конечными продуктами гидролиза являются: кремниевая кислота – $\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$, гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ и известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Известь переходит в раствор, а кремниевая кислота и

$Al(OH)_3$ получаются в виде бесвязной аморфной массы. Таким образом, вместо продуктов, придающих цементному камню высокие прочностные свойства, получаются вещества, не обладающие существенной прочностью. Отсюда следует вывод о том, что процессы, приводящие к понижению концентрации извести в порах бетона, вызывают его коррозию. Из восьми видов коррозии (таблица 2), только два вида (сульфатная и общесолевая) не связаны с понижением концентрации извести в поровой воде.

Таблица 2 – Показатели агрессивности воды для различных типов и видов коррозии бетона

Тип коррозии бетона	Вид коррозии бетона	Показатель агрессивности воды
I. Растворение и вымывание из бетона продуктов гидратации	Выщелачивающая	Временная жесткость воды Ж, мэкв/л
II. Образование в результате обменных реакций растворимых соединений и вымывание их из бетона	Общекислотная	pH воды
	Углекислая	$[CO_2]_{своб.}$, мг/л
	Аммонийная	$[NH_4^+]$, мг/л
	Щелочная	$[K^+ + Na^+]$, мг/л
III. Образование в результате обменных реакций соединений в несвязном состоянии	Магнезиальная	$[Mg^{2+}]$, мг/л
IV. Образование и накопление в порах бетона солей, увеличивающихся в объеме и разрушающих бетон	Сульфатная	$[SO_4^{2-}]$, мг/л
	Общесолевая	Общее содержание солей и едких щелочей

О степени агрессивности судят по концентрации веществ (показателей агрессивности), от которых зависит тот или иной вид коррозии. Вода может быть агрессивной по одному или сразу по нескольким показателям, то есть в бетоне могут протекать одновременно несколько видов коррозионных процессов [3]. Примерный перечень показателей агрессивности, по изменению концентрации которых рекомендуется определять коррозию бетона, приведен в таблице 2.

Целью работы является определение способности исследуемой воды к химической коррозии бетона.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с поставленной целью, в лаборатории кафедры прикладной химии ДонНАСА в рамках реального экспериментального зачетного задания был проведен анализ исследуемой воды и определены основные показатели ее агрессивности по отношению к бетону с использованием учебно-методического пособия к выполнению лабораторных работ [4] и унифицированных методов анализа вод [5]. Результаты анализов представлены в таблице 3.

Количественные характеристики показателей агрессивности, полученные в результате анализа исследуемой воды (таблица 3), свидетельствуют о том, что вещества, вызывающие коррозию бетона либо отсутствуют в ней, либо находятся в концентрациях, которые ниже концентрационного порога, вызывающего коррозию. Следовательно, исследуемая вода не обладает химической коррозионной активностью по отношению к бетону.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанова, В. Ф. Долговечность бетона [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Степанова. – М. : Ассоциация строительных вузов, 2014. – 126 с.
2. Алексеев, С. Н. Долговечность железобетона в агрессивных средах [Текст] / С. Н. Алексеев, Ф. М. Иванов. – М. : Стройиздат, 2000. – 260 с.
3. Барабанщиков, Ю. Г. Строительные материалы [Текст] : учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – [Б. м.] : изд. «КноРус». – 2018. – 444 с.
4. Малинина, З. З. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Химия воды и микробиология» [Текст] : для студ. направления подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль – «Современные методы очистки природных и сточных вод», всех форм обучения / З. З. Малинина. – Макеевка : ДонНАСА, 2017. – 41 с.

Таблица 3 – Характеристика агрессивности исследуемой воды по отношению к бетону по результатам химического анализа (профильтрованной пробы) при $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

Показатель агрессивности воды	Количественная величина показателя	Характеристика агрессивности воды в зависимости от вида цемента	Степень агрессивности анализируемой воды
pH	6,5 (слабокислая)	Вода агрессивна для портландцемента при $\text{pH} < 6$; шлакового портландцемента при $\text{pH} < 6,7$; пуццоланового цемента при $\text{pH} < 5$ (вода в интервале $\text{pH} 6,5\text{--}7,5$ считается нейтральной)	Неагрессивна
кислотность, мэкв/л	Отсутствует		
общая кислотность в интервале $\text{pH} 4,5\text{--}8,3$	0,6		
кислотность воды, насыщенной CaCO_3	1,2		
Жесткость, мэкв/л	7,4	Подвергается любой вид цемента выщелачивание происходит при гидрокарбонатной жесткости менее $0,4\text{--}1,5$ мэкв/л $> 9,0$ мэкв/л	Неагрессивна
Гидрокарбонатная (карбонатная)			
Некарбонатная			
Кальциевая			
Магниевая			
Общая	16,0	Вода очень жесткая	
Щелочность, мэкв/л	Отсутствует Отсутствует	Подвергается любой вид цемента $C = \frac{\text{Щисх.}}{\text{Щнас.}} = \frac{7,6}{7,4} = 1,03$;	Нестабильна, неагрессивна, склонна к выпадению осадка CaCO_3
Свободная (гидратная), карбонатная			
гидрокарбонатная	7,6		
Щелочность воды, насыщенной CaCO_3	7,4		
pH	6,5	Подвергается любой вид цемента $C = \frac{\text{pНисх.}}{\text{pНнас.}} = \frac{6,5}{6,3} = 1,03$; $C > 1$	Нестабильна, неагрессивна, склонна к выпадению осадка CaCO_3
pH воды, насыщенной CaCO_3	6,3		
Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л	124,8	Подвергается любой вид цемента Вода не проявляет агрессивность при концентрации (SO_4^{2-}) не более 250 мг/л и концентрации (Cl) $> 1\ 000$ мг/л	Неагрессивна
Хлориды (Cl), мг/л	481,1	концентрация (Cl) $> 1\ 000$ мг/л	Неагрессивна
Магний (Mg^{2+}), мг/л	165,4	Подвергается любой вид цемента Вода проявляет агрессивность при содержании > 750 мг/л	Неагрессивна

5. Унифицированные методы анализа вод [Текст] / Под ред. Ю. Ю. Лурье. – Изд. 2-е, исправл. – М. : «Химия», 1973. – 376 с.

Получено 03.05.2019

О. М. ШЕВЧЕНКО, З. З. МАЛИНИНА, О. Ю. ТКАЧОВА
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ ВОДИ НЕВІДОМОГО ПОХОДЖЕННЯ І
ВМІСТУ ДО КОРОЗІЙНОЇ ДІЇ НА БЕТОН
ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Анотація. Проведено аналіз води невідомого вмісту з використанням уніфікованих методів аналізу води та визначено основні показники її агресивності по відношенню до бетону. Встановлено відсутність у воді даного вмісту корозійної дії на бетон.

Ключові слова: бетон, корозія, вода, вміст, агресивність.

OLGA SHEVCHENKO, ZINAIDA MALININA, ELENA TKACHEVA
INVESTIGATION OF THE ABILITY OF WATER OF UNKNOWN ORIGIN AND
COMPOSITION TO MAKE CORROSIVE EFFECTS ON CONCRETE
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The analysis of water of the unknown composition with the use of standardized methods of water analysis and the main indicators of its aggressiveness in relation to concrete are determined. The lack of ability of water of the given structure to corrosion influence on concrete is shown.

Key words: concrete, corrosion, water, composition, aggressiveness.

Шевченко Ольга Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной химии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: теоретические и экспериментальные исследования физико-химических свойств и химических превращений органических соединений, используемых в строительстве; синтез низко- и высокомолекулярных соединений, содержащих ингибирующие группы.

Малинина Зинаида Захаровна – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладной химии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: теоретические и экспериментальные исследования физико-химических свойств и химических превращений органических соединений, используемых в строительстве; синтез низко- и высокомолекулярных соединений, содержащих хромофорные группы.

Ткачева Елена Юрьевна – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: водоснабжение и водоотведение.

Шевченко Ольга Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної хімії ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ. Наукові інтереси: теоретичне та експериментальне дослідження фізико-хімічних властивостей та хімічних перетворень органічних сполук, що використовуються у будівництві; синтез низько- і високомолекулярних сполук, що містять інгібуючі угруповання.

Малиніна Зінаїда Захарівна – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри прикладної хімії ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ. Наукові інтереси: теоретичні та експериментальні дослідження фізико-хімічних властивостей і хімічних перетворень органічних сполук, що використовуються в будівництві; синтез низько- і високомолекулярних сполук, що містять хромофорні угруповання.

Ткачева Олена Юрївна – студентка ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ. Наукові інтереси: водопостачання і водовідведення.

Shevchenko Olga – Ph. D. (Chemistry), Associate Professor, Applied Chemistry Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: theoretical and experimental research of physicochemical properties and chemical transformations of organic compounds used in civil engineering; synthesis of low-molecular and high-molecular compounds including inhibitory groups.

Malinina Zinaida – Ph. D. (Chemistry), Associate Professor, Applied Chemistry Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: theoretical and experimental research of physico-chemical properties and chemical transformations of organic compounds used in civil engineering; synthesis of low-molecular and high-molecular compounds, which includes chromophoric groups.

Tkacheva Elena – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: water supply and drainage.