

# ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД НА ПРОЦЕССЫ КОРРОЗИИ МАТЕРИАЛОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Левчук<sup>1</sup> Н. В., Олехнович<sup>2</sup> К. А.

<sup>1</sup> К.т.н., доцент, зав. кафедрой инженерной экологии и химии  
УО «Брестский государственный технический университет»  
Брест, Беларусь, 961896@bstu.by

<sup>2</sup> Студент УО «Брестский государственный технический университет»  
Брест, Беларусь, kirilolehnovich@gmail.com

Качество природной воды в водных объектах, где эксплуатируются инженерные сооружения, в значительной степени зависит от содержания в ней растворенных солей минерального происхождения. Основное солесодержание обусловлено соединениями кальция и магния, которые характеризуют жесткость воды. Содержание анионов хлора, сульфат анионов, карбонатов и гидрокарбонатов, катионов железа и других ионов обуславливают минерализацию природных водных объектов. Для каждого из ионов соли установлено нормативное значение ПДК (таблица 1).

Таблица 1 – Основные показатели предельно допустимых концентраций компонентов, создающих минерализацию воды

Катионы и анионы солей	ПДК (предельно допустимая концентрация), мг/л
Кальций $\text{Ca}^{2+}$	200
Магний $\text{Mg}^{2+}$	100
Сульфат $\text{SO}^{2-}$	500
Хлорид $\text{Cl}^-$	350
Железо общее $\text{Fe}^{2+}$ $\text{Fe}^{3+}$	0,3

В результате длительной эксплуатации гидротехнических и мостовых сооружений, при действии химически активных по отношению к цементному камню ионов водной среды, таких как хлориды, нитраты, сульфаты, способствующих разрушению бетонов и арматуры, одним из основных факторов является скорость диффузии и скорость химических реакций, с продуктами гидратации минералов цемента.

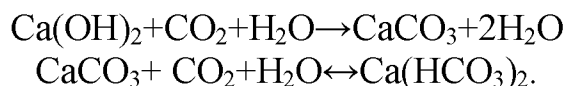
С этой целью в работе определялись некоторые показатели качества воды в пробах из водных объектов. К основным показателям качества воды природного водоема относится водородный показатель – рН. Нормативное значение рН для водных объектов находится в пределах от 6,5 до 8,5.

Отклонение значения рН в природной воде от установленной нормы вызывают загрязнения воздуха кислотными примесями, которые с атмосферными осадками попадают в водоем. Изменение рН могут вызывать недостаточно очищенные и не очищенные сточные воды промышленных предприятий, создавая агрессивную среду по отношению к гидротехническим и мостовым сооружениям.

Практика эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций показывает, что воды, содержащие агрессивную уголекислоту в количестве более 300 мг/л, сильно агрессивны. При исследовании влияния уголекислотной коррозии следует учитывать следующие теоретические положения:

– процесс уголекислотной коррозии бетона в ненапорных конструкциях идет на поверхности раздела фаз «раствор  $\text{CO}_2$  – бетон», т. е. является гетерогенным процессом;

– механизм уголекислотной коррозии цементного камня бетона определяется двумя взаимосвязанными процессами: образованием карбоната кальция и растворением его по реакциям:



Коррозия цементного камня и бетона, также как и в газосиликатном бетоне, в среде, содержащей агрессивную уголекислоту, идет с разложением всех минералов портландцементного клинкера и их гидратных соединений. В обратимой реакции следует различать уголекислоту, связанную в гидрокарбонате  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и кислоту. Появление в растворе «сверхравновесного» количества уголекислоты вызывает растворение новых порций  $\text{CaCO}_3$ . Эта избыточная кислота называется агрессивной. Уголекислотная коррозия действует на бетон тем слабее, чем больше в водном растворе гидрокарбонатов кальция и магния.

Таким образом, процесс уголекислотной коррозии бетона можно исследовать по изменению концентрации  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , pH в водных вытяжках из различных слоев газосиликатных блоков.

Уголекислота может присутствовать в растворе в виде трех форм [2, 3]:

- 1) свободная уголекислота, которая образуется при взаимодействии  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- 2) уголекислота в виде  $\text{HCO}_3^-$ ;
- 3) уголекислота в виде  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Все три формы могут переходить из одной в другую в зависимости от pH среды.

Для оценки воздействия водных объектов на мостовые сооружения в местах их эксплуатации были отобраны пробы из рек Птичь, Усы, Карпиловки и Поплавки. В пробах определялись жесткость воды, содержание хлоридов, водородный показатель. Результаты исследований приведены в таблице 2.

*Таблица 2 – Показатели качества воды в пробах природных водных объектов*

Название реки	pH	Жесткость, мгэquiv/л	Хлориды, мг/л	Сульфаты, мг/л
Уса	8,06	5,5	45,67	57,2
Карпиловка	7,42	4,4	101,18	48,8
Поплавка	7,86	4,3	49,70	58,7

Анализируя результаты исследований проб воды в реках, можно сделать вывод о том, что исследуемые показатели не превышают установленные нормативы качества воды в природных водных объектах. Однако известно, что естественное содержание сульфатов в поверхностных и грунтовых водах обусловлено выветриванием пород и биохимическими процессами, происходящими в водоносных

слоях. Предельное содержание сульфат-ионов в воде источников централизованного водоснабжения не должно превышать 500 мг/л, но, как правило, в речной воде концентрация сульфатов составляет 100–150 мг/л. Повышенная концентрация сульфатов может свидетельствовать о загрязнении водного объекта производственными сточными водами.

Хлориды являются составной частью большинства природных вод. Однако в воде рек концентрация хлоридов невелика – обычно она не превышает 10–30 мг/л, поэтому повышенное количество хлорид-ионов указывает на загрязнение водного объекта сточными водами. В соответствии с нормативами качества воды природных водных объектов концентрация хлоридов не должна превышать 350 мг/л. При некоторых соотношениях сульфатов и хлоридов вода становится агрессивной по отношению к различным типам бетонов.

Содержание ионов кальция и магния в пробах показало, что вода в реках относится к категории вод средней жесткости.

Установлено, что при снижении жесткости воды, т. е. содержании ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и увеличении значения водородного показателя pH, вероятность присутствия в воде свободного  $\text{CO}_2$  увеличивается, что ускоряет процессы коррозии арматуры и карбонизации бетона мостовых и гидротехнических сооружений.