

УДК 66.074.37
А-65

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРСКОЙ ВОДЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ СЕРНИСТОГО АНГИДРИДА

Андронов В.А.,

Университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Данченко Ю.М.,

*Харьковский государственный университет строительства и архитектуры,
г. Харьков*

АННОТАЦИЯ: Исследование посвящено определению буферной емкости морской воды. Проведенные экспериментальные исследования показали, что морская вода не обладает буферностью, значительно отличающейся от пресной, и, следовательно, не имеет преимуществ при очистке газов от сернистого ангидрида.

АНОТАЦІЯ: Дослідження присвячено визначенню буферної ємності морської води. Проведені експериментальні дослідження показали, що морська вода не має буферності, що значно відрізняється від прісної, і, відповідно, не має переваг при очищенні газів від сірчаного ангідриду.

ABSTRACT: Research is devoted to definition of buffer capacity of sea water. Conducted experimental researches have shown, that sea water does not possess the buffer action and its considerably differs from fresh water, and, hence, has no advantages at clearing gases of sulphurous anhydride.

Для улавливания сернистого ангидрида из газов наиболее распространён метод, заключающийся в использовании воды, обладающей определённой щёлочностью, в качестве поглотителя.

Как правило, щёлочности природной воды (пресной или морской) недостаточно для обеспечения высокоэффективного улавливания сернистого ангидрида. Это обуславливает необходимость подщелачивания воды, подаваемой на цели очистки газов [1,2].

Следует, однако, отметить, что теоретически можно обеспечить определённую эффективность улавливания сернистого ангидрида даже при использовании воды со сравнительно низкой щёлочностью. Однако это потребует значительных расходов воды.

Нетрудно определить, что для улавливания из газов сернистого ангидрида при концентрации 2 г/м^3 (при эффективности 50%) водой, имеющей щёлочность 3 г-экв/м^3 (183 г/м^3), потребуется $10,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ воды на 1 м^3 очищаемых газов. Это при условии, что щёлочность воды используется полностью (100%) при контакте с газом на реакцию с сернистым ангидридом. На практике это недостижимо.

Если принять, что в процессе очистки газов рН воды после скруббера не снижается ниже 6,5-7,0, то щёлочность воды используется всего на 30-40%. При этом расход воды увеличивается в 2,5-3,0 раза и составит 35-45 л на 1 м^3 газа. Для электростанций, выбрасывающих в атмосферу 200 тыс. м^3 газов в час, потребуется 8 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ воды. Целесообразность использования такого количества воды требует технико-экономического обоснования из-за больших затрат на перекачку воды.

Имеется предположение фирмы «Флакт» (Швеция), что морская вода обладает существенной буферной ёмкостью, что позволяет улавливать сернистый ангидрид более эффективно, чем при использовании пресной воды.

Это предположение потребовало серьёзной проверки, т.к. от этого зависит выбор метода очистки газов от сернистого ангидрида. Это является целью настоящего исследования.

Свойства некоторых растворов сохранять неизменную концентрацию ионов водорода при добавлении небольших количеств сильных кислот известно под названием буферного действия. Растворы, оказывающие буферное действие, называют буферными растворами или буферными смесями. Буферные смеси можно различать по способности оказывать сопротивление действию кислот, вводимых в раствор в одинаковых количествах. Эту сопротивляемость буферных смесей называют буферной ёмкостью.

Если рН одного буферного раствора изменяется при добавлении сильной кислоты меньше, чем рН другого буферного раствора при добавлении того же количества кислоты, то считают, что первый раствор обладает большей буферной ёмкостью.

Буферной ёмкостью обладают смеси электролитов, имеющих одноимённые ионы. Буферными являются растворы, представляющие смесь слабых кислот или слабых оснований с их солями. Такими буферными растворами, например, являются смеси



Рассмотрение химического состава морской воды показывает, что она представляет собой раствор смеси солей, каждая из которых является продуктом взаимодействия сильных кислот и сильных оснований. Исключение составляет лишь ион HCO_3^- , являющийся компонентом углекислотного равновесия, т.е. это анион слабой угольной кислоты.

Однако, HCO_3^- характерен так же для любой природной воды из поверхностных и подземных источников.

Из рассмотрения теоретических положений и предварительного обсуждения особенностей химического состава воды Черного моря следует, что эта вода не должна обладать большей буферной ёмкостью, чем пресная вода из поверхностных или подземных источников.

Однако, учитывая ответственность сделанного выше вывода, были проведены специальные экспериментальные исследования.

Исследования проводились в лабораторных условиях на искусственно приготовленной воде, имитирующей воду Черного моря.

Опыты проводились одновременно на морской и пресной воде. При этом величина щёлочности морской и пресной воды была одинакова, а именно, 168 г/м^3 ($2,75 \text{ г-экв/м}^3$).

Опыты проводились с аликвотами воды, равными 100 мл. Буферная ёмкость морской и пресной воды определялась путём измерения величин рН при обработке проб серной и соляной кислотой деци- и сантиномальной концентрации. Основное количество экспериментов выполнено при обработке воды серной кислотой, т.к. это в большей степени соответствует процессу улавливания сернистого ангидрида.

Измерение величин рН воды осуществлялось с помощью рН метра-ионометра - ЭВ-84.

В табл. 1-3 приведены результаты экспериментов по определению буферной ёмкости морской воды по сравнению с пресной при одинаковой исходной величине щёлочности.

Таблица 1

**Результаты экспериментов при обработке воды серной кислотой
сантиномальной концентрации**

№ экспериментов	Доза кислоты, мл	Величина рН			
		Морская вода	Пресная вода	Морская вода	Пресная вода
1	-	7,80	7,91	7,84	7,94
2	1	7,70	7,80	7,72	7,82
3	2	7,54	7,71	7,59	7,71
4	3	7,42	7,59	7,44	7,54
5	4	7,26	7,38	7,35	7,38
6	5	7,16	7,23	7,20	7,16
7	6	7,08	7,11	7,11	7,09
8	7	7,01	7,02	7,03	7,01
9	8	6,90	6,91	6,91	6,83
10	9	6,78	6,80	6,80	6,72

Таблица 2

**Результаты экспериментов при обработке воды серной кислотой
децинормальной концентрации**

№ экспериментов	Доза кислоты, мл	Величина pH			
		Морская вода	Пресная вода	Морская вода	Пресная вода
1	-	7,82	7,91	7,79	7,80
2	1	6,85	6,81	6,74	6,71
3	2	5,94	6,07	5,90	5,78
4	3	4,64	4,70	4,81	4,84
5	4	4,01	4,02	4,04	3,98
6	5	3,03	3,12	3,15	3,21
7	6	2,84	2,71	2,89	2,93
8	7	2,68	2,64	2,70	2,69
9	8	2,61	2,62	2,63	2,64
10	9	2,55	2,60	2,49	2,57

Таблица 3

**Результаты экспериментов при обработке воды соляной кислотой
сантинормальной концентрации**

№ экспериментов	Доза кислоты, мл	Величина pH	
		Морская вода	Пресная вода
1	-	7,86	8,02
2	1	7,70	7,81
3	2	7,50	7,70
4	3	7,30	7,55
5	4	7,15	7,40
6	5	7,10	7,30
7	6	7,10	7,20
8	7	7,04	7,18
9	8	6,92	7,15
10	9	6,73	6,93

Анализ полученных данных показывает, что при обработке проб воды серной и соляной кислотами величина pH снижается как морской, так и пресной воды по одному и тому же закону. Установлено, что морская вода не обладает буферной ёмкостью большей, чем пресная вода. Этот

вывод подтверждается как при использовании серной, так и соляной кислоты как деци-, так и санинормальной концентрации.

Проведенные эксперименты не подтвердили наличия в морской воде буферной ёмкости большей, чем в пресной воде. Таким образом, морская вода не имеет преимуществ по сравнению с пресной при очистке газов от сернистого ангидрида.

На наш взгляд, наиболее экономичным и эффективным (более 80%) является метод, заключающийся в использовании морской или пресной воды с подщелачиванием известковым молоком.

Однако, учитывая, что представленные результаты экспериментов получены в лабораторных условиях на искусственно приготовленной воде, имитирующей воду Черного моря, сделанные выводы следует рассматривать как предварительные.

Окончательный вывод необходимо сделать после проведения аналогичных опытов на реальной морской воде в каждом конкретном случае.

Химический состав и физико-химические свойства морей и океанов существенно отличаются друг от друга (см. табл. 4) [3].

Таблица 4

Солевой состав воды океанов и морей

Соль	Содержание, кг/м ³		Содержание, кг/м ³				
	Океан		Море				
	Атлантический	Тихий	Средиземное	Черное	Азовское	Каспийское	Северное
NaCl	28,395	25,88	20,1	16,02	7,658	8,951	25,53
KCl	-	1,16	-	0,189	0,128	0,651	1,13
MgCl ₂	6,147	6,59	5,29	1,304	0,887	-	3,8
NaBr	-	6,40	-	-	-	-	0,37
MgBr ₂	-	-	-	0,005	0,104	-	-
CaSO ₄	1,328	1,62	0,15	0,105	3,288	0,559	1,62
MgSO ₄	1,771	2,04	6,25	0,47	0,764	3,261	1,77
CaCO ₃	0,056	-	0,15	-	-	-	-
MgCO ₃	Следы	-	0,15	-	-	-	-
Ca(HCO ₃) ₂	-	-	-	1,359	0,022	0,373	-
Mg(HCO ₃) ₂	-	-	-	0,209	0,129	0,205	-
Итого	37,82	37,69	31,9	19,66	16,8	14,0	34,4

Приведенные в таблице 4 данные и имеющийся у авторов работы опыт, а так же опыт других исследователей показывают, что солёность воды в различных морях и океанах различна, отличаются так же и концентрации отдельных компонентов солевого состава, что предопределяет различие в физико-химических свойствах воды.

Это обуславливает проведение дополнительных исследований в каждом конкретном случае применения морской воды.

Однако имеющийся опыт даёт основание считать, что применение морской воды вместо пресной технически и экономически оправдано и даёт существенный экологический эффект.

Литература

1. Слесаренко В.Н. Современные методы опреснения морских и соленых вод. - М.: Энергия, 1973,- 268 с.
2. Макинский И.З. Термохимический метод умягчения морской воды // Изв. ВУЗов СССР. Нефть и газ. - 1958. - № 4. - С. 95-103.
- 3 . Дыхно А.Ю. Использование морской воды на электростанциях.- М.: Энергия, 1974. - 269 с.