

уменьшения давления по отношению к p_0 . Максимальное уменьшение кислорода за счет давления в поверхностном слое воды составило 0,4 мл/л по отношению к тому содержанию кислорода, которое приведено к определенной солености и температуре. Увеличение содержания кислорода в поверхностном слое воды за счет роста давления наблюдалось вплоть до 23/IX (18 часов), и максимальное поступление кислорода из атмосферы в поверхностный слой воды составило 0,7 мл/л.

Этот пример подтверждает выводы Симонова (1964) о необходимости введения поправок на изменение кислорода под влиянием воздействия физических факторов при расчете первичной продукции по суточному ходу кислорода.

Глава V

РЕЖИМ ЩЕЛОЧНОСТИ

В устьевых районах, где протекают сложные процессы смешения различных по своему происхождению вод, одним из лучших показателей является щелочность. На режим щелочности оказывает влияние режим солености и в то же время изменения щелочности отражают процесс, связанный с углекислотным равновесием. Кроме того, величина щелочности подвержена тем же изменениям в суточном ходе, которые характерны для таких элементов газового режима, как pH и кислород, и, следовательно, может быть рассмотрена в качестве показателя фотосинтетических процессов, протекающих в море.

Щелочность реки и моря

О. А. Алекин (1948) показал, что состав речной воды на всем протяжении реки не однороден. В частности, Волга по химическому составу может быть разделена на три участка: верховье, до впадения р. Оки, средняя часть, от Горького до Куйбышева, и нижняя часть, от Куйбышева до устья. В средней части Волги в основном формируется ионный состав. Одновременно с изменением общей минерализации Волги по ее длине (от 100 в верховье до 300 мг/л в устье) изменяется соотношение ионов. В верховьях основным анионом оказывается HCO_3' , а затем вниз по течению растет содержание анионов SO_4'' и Cl' , но содержание аниона HCO_3' , по данным анализов, взятых в пункте Верхне-Лебяжье, остается большим по сравнению с содержанием других анионов. Щелочность в реке меняется в зависимости от сезона, о чем свидетельствуют данные анализов речной воды (табл. 36). Максимальные значения абсолютной щелочности в реке наблюдаются в весеннее время, а минимальные — летом (в июле).

Сезонные изменения щелочности в пункте Верхне-Лебяжье

Год	I	IV	V	VI	VII	IX	XII
1962	1,870	2,400	2,276	1,710	1,646	1,783	1,767
1963	1,898	2,092	2,116	1,531	1,326	—	1,892

Щелочность речной воды тесно связана со щелочностью воды на взморье при солёности до 2‰ (рис. 27, кривая 1). Эта связь подтверждает материковое происхождение водной массы с солёностью от 0 до 2‰.

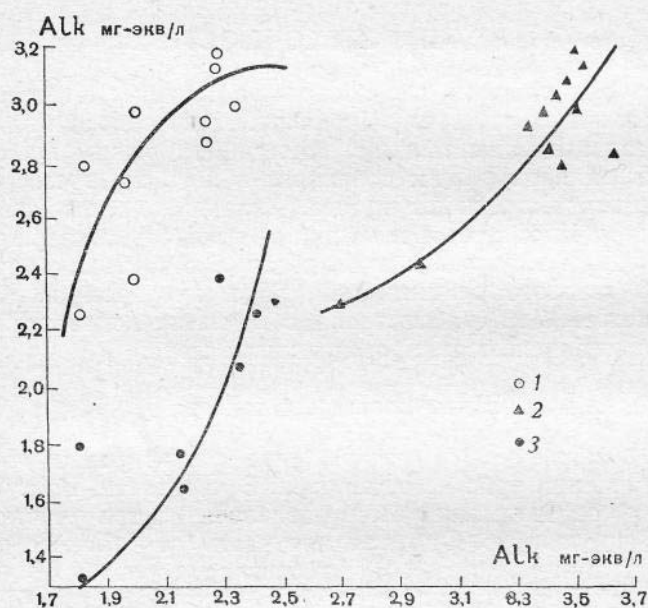


Рис. 27. Связь щелочности различных водных масс.
1 — речная вода и воды солёностью 0–2‰, 2 — воды солёностью 0–2‰ и смешанные воды, 3 — смешанные воды и воды Среднего Каспия.

Вместе с тем щелочность вод с солёностью до 2‰ достаточно хорошо связана со щелочностью вод, имеющих солёность от 2 до 10‰, особенно если величина щелочности распресненных вод принимается в виде средней за два месяца (данный и предшествующий, рис. 27, кривая 2). И, наконец, тесная связь прослеживается между величинами щелочности воды с солёностью

2—10‰ и щелочности воды Среднего Каспия (рис. 27, кривая 3). Сезонный ход щелочности водной массы с соленостью 10—12‰ полностью соответствует сезонному ходу абсолютной щелочности вод Среднего Каспия.

В различные сезоны, а также в разные годы в одни и те же сезоны обнаруживается прямая связь щелочности с хлором. Таким образом, эта связь явно прослеживается по данным наблюдений на вековом разрезе III (рис. 28).

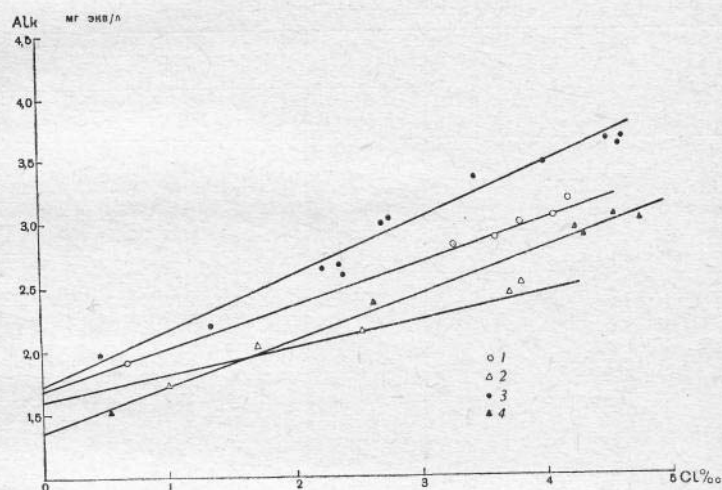


Рис. 28. Связь щелочности с хлорностью на вековом разрезе III.

1 — октябрь 1962 г. (щелочность реки $Alk_p = 1,72$), 2 — октябрь 1963 г. ($Alk_p = 1,61$), 3 — июль 1962 г. ($Alk_p = 1,68$), 4 — июль 1963 г. ($Alk_p = 1,33$).

Для разных моментов наблюдения связи эти оказались дискретными, что объясняется сезонными изменениями щелочности в речной воде.

Сезонные изменения щелочности

Весной по сравнению с другими сезонами в волжских водах наблюдаются наиболее высокие величины щелочности. Повышенные величины щелочности в этот период также характерны для различных типов водных масс на взморье (табл. 37). В связи с тем, что щелочность увеличивается с повышением хлорности, наиболее высокие средние величины щелочности наблюдаются в зоне с соленостью 10—12‰ (3,67 мг-экв/л). Щелочность водных масс с соленостью 0—2‰ была такой же, как и щелочность реки. Максимальные величины щелочности,

достигающие 3,76 мг-экв/л, отмечены в зоне водообмена между западным и восточным районами с соленостью 10—12‰, минимальные — в речной воде (2,08 мг-экв/л). В июне, несмотря на резкое понижение величин щелочности в реке, во всем Северном Каспии щелочность мало меняется по сравнению с величинами щелочности в апреле и даже наблюдается некоторое ее

Таблица 37

Распределение Alk (мг-экв/л) в водах с разной соленостью по сезонам. 1961—1963 гг.

Соленость воды, ‰	Alk	Месяц			
		IV	VI	VII	X
Речная	Среднее	2,30	1,58	1,47	1,52
	Макс.	2,45	1,68	1,63	—
	Мин.	2,08	1,41	1,31	—
0—2	Среднее	2,33	2,36	1,95	1,79
	Макс.	2,35	2,46	2,17	—
	Мин.	2,32	2,33	1,79	—
2—10	Среднее	3,06	3,27	2,96	2,86
	Макс.	3,11	3,31	3,20	3,37
	Мин.	3,00	3,22	2,66	2,34
10—12	Среднее	3,67	3,51	3,36	3,20
	Макс.	3,73	3,54	3,57	3,44
	Мин.	3,59	3,49	2,97	2,75

повышение в зоне смешанных вод. В июле и октябре значения щелочности во всем море резко снижаются под влиянием волжских вод. Амплитуда колебания щелочности в течение года оказывается наибольшей для речных вод и составляет 0,83 мг-экв/л. Для Северного Каспия в целом эта амплитуда изменяется от 0,57 мг-экв/л в зоне с соленостью 0—2‰ до 0,41 мг-экв/л в зоне смешанных вод.

В западной и восточной частях моря, а также в районе водообмена между ними сезонный ход щелочности остается таким же, как и во всем море в целом. Тем не менее величины щелочности для одной и той же водной массы, а именно для массы зоны смешения, отличаются по районам (табл. 38).

В апреле наиболее высокая щелочность была на востоке, наиболее низкая — на западе. В июне во всех районах моря в зоне смешения средние величины щелочности несколько повышаются и по-прежнему наиболее высокие значения ее продолжают оставаться на востоке. В то же время средние величины щелочности в районе водообмена оказываются равными средним величинам на западе. Летом щелочность понижается на всей

акватории моря. Разность значений ее между западом и востоком еще более увеличивается и достигает 0,26 мг-экв/л. Величина щелочности в районе водообмена равна средней величине щелочности, полученной для западного и восточного районов. Осенью эти различия сохраняются. Наибольшая амплитуда колебания щелочности обнаруживается на западе.

Таблица 38

Значения Alk (мг-экв/л) в различных районах Северного Каспия в зоне с соленостью 2—10‰ по сезонам. 1961—1963 гг.

Месяц	Западный район			Восточный район			Район водообмена		
	среднее	макс.	мин.	среднее	макс.	мин.	среднее	макс.	мин.
IV	2,94	3,35	3,10	3,13	3,22	3,06	3,00	2,77	3,56
VI	3,07	3,24	2,90	3,21	3,26	3,17	3,08	3,21	2,75
VII	2,79	3,28	2,33	3,05	3,21	2,81	2,84	3,05	2,50
X	2,62	2,83	2,26	2,96	3,60	2,38	2,98	3,56	2,47

Таким образом, во все сезоны года наименьшими величинами щелочности характеризуются волжские воды и воды с соленостью 0—2‰. Наивысшие величины щелочности оказываются характерными для водных масс с соленостью 10—12‰.

Вертикальное распределение щелочности

Изменения щелочности по глубине вызываются в основном стратификацией вод по солености. Так, в мелководных районах обычно отсутствует вертикальная стратификация вод по солености, а в связи с этим и по щелочности.

Наиболее часто изменения щелочности по глубине отмечаются в районе стыка пресных и морских вод (ст. 23). Значительные изменения в вертикальном распределении щелочности наблюдались на вековом разрезе III в мае и октябре 1962 г. Так, в мае на поверхности значение щелочности было равно около 3,4 мг-экв/л, в придонном горизонте — около 3,8, в октябре — около 3,2 и 3,5 мг-экв/л соответственно.

Ранее указывалось, что наиболее резкие изменения по вертикали солености, pH и кислорода были обнаружены в юго-западной части Северного Каспия, и объяснялось это возникновением вертикальной стратификации этих элементов. В октябре на станциях 14 и 15 (глубина 10 м) разность величин щелочности у дна и на поверхности составляла более 1 мг-экв/л. На ст. 14 в апреле и октябре уже на глубине 5 м щелочность возросла по сравнению со щелочностью поверхностного слоя на 0,6 мг-экв/л. Изменения здесь солености по вертикали составили

На границе водообмена между западом и востоком, как правило, колебания щелочности по вертикали возникают довольно редко и обычно согласуются с изменениями солености по вертикали. Наибольшие вертикальные изменения щелочности здесь были обнаружены в мае 1962 г. на южных станциях 16 и 17 векового разреза II и составили около 0,4 мг-экв/л.

выявления суточного хода величин щелочности в зависимости только от фотосинтетических процессов нами использованы те данные, по которым соленость была более или менее постоянной. Характерны в этом отношении данные наблюдений на ст. V в апреле (рис. 29). Значения хлорности здесь изменялись в пределах 0,5‰. Как правило, отмечалось увеличение щелочности, связанное с повышением концентрации углекислоты и понижением рН. В летнее время увеличение щелочности и падение рН наблюдается в основном в ночное время, а иногда и

в предутренние часы. В апреле резкое увеличение щелочности было обнаружено в 18 часов. Максимальные изменения щелочности в течение суток наблюдались 23 и 24/VI 1960 г. и составили 1 мг-экв/л.

При более детальном рассмотрении связи между почасовыми изменениями щелочности и хлора обнаружено, что эти связи дискретны, для каждого срока наблюдения существует своя связь. Дискретность связи объясняется тем, что в течение суток

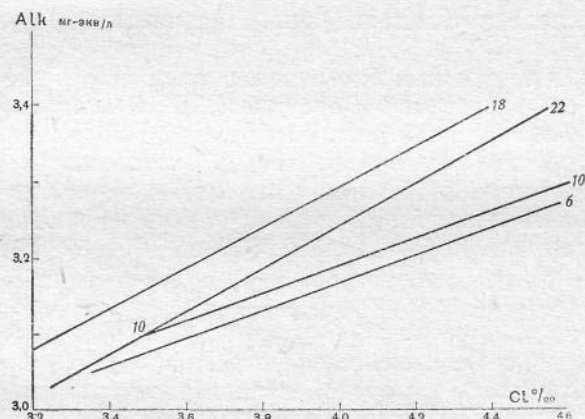


Рис. 30. Почасовая связь щелочности с хлором на ст. VII.

щелочность закономерно изменяется в результате фотосинтетической деятельности фитопланктона, в то время как соленость остается постоянной. Подобно тому, как строились графики связи pH и кислорода, были построены графики связи щелочности и хлора в разные сроки наблюдений (рис. 30). Они показали, что одному и тому же значению хлорности в течение суток отвечают различные значения щелочности.

Глава VI

РЕЖИМ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Северный Каспий со стоком Волги получает питательные соли в растворенном и взвешенном состоянии, которые необходимы для развития фитопланктона. К таким веществам прежде всего относятся соединения фосфора, кремния и азота. Круговорот биогенов в море происходит следующим образом: биогенные вещества вносятся реками в море и в процессе фотосинтеза ассимилируются фитопланктоном. Затем в результате разложения