

Глава VII

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРЕДУСТЬЕВОГО ПРОСТРАНСТВА КУРЫ

Сток рек в Средний и Южный Каспий

По величине стока Кура занимает второе место после Волги. Средний годовой сток ее за период 1930—1954 гг. составлял около 18 км^3 воды.

Сток рек, впадающих в Средний Каспий (Сулак, Самур), почти весь используется на хозяйственные нужды, главным образом на орошение. Средний годовой сток Сулака за 1925—1953 гг. составлял $5,6 \text{ км}^3$, из которых только $0,87 \text{ км}^3$ поступает в море. Еще меньший сток имеет Самур — $1,95 \text{ км}^3$, из которых в море поступает $0,56 \text{ км}^3$ (Гюль, Власова и др., 1961). Таким образом, моря достигает не более $1,5 \text{ км}^3$ речной воды в год.

В южную часть Каспийского моря, от Астары на западе до Горган на востоке, поступает сток многих иранских рек. Самая значительная из них Сефид-Руд, длиной 700 км. Она несет большое количество взвешенных наносов, образующих дельту, впадает в море несколькими рукавами.

Сток всех южных рек, по данным Фокина (1959), составляет 10 км^3 , по расчетам других исследователей он больше, и, несомненно, имеет определенный удельный вес при подсчете водного и солевого баланса Каспийского моря.

Сток Куры после постройки в 1953 г. Мингечаурской ГЭС уменьшился на 16% и составляет в настоящее время около $14,5 \text{ км}^3$. Изменился и режим внутригодового распределения стока, он стал более равномерным по сезонам (Рубан, 1963).

По концентрации солей среди рек, питающих Каспийское море, Кура занимает первое место (336 мг/л), между тем как Волга занимает последнее место (222 мг/л , по данным 1938 г.). Воды Куры несут громадное количество взвешенных веществ, которые оказывают влияние на процессы осадкообразования в западной части Южного Каспия. За год Кура выносит в море 37 млн. т. наносов (данные Куринской устьевой станции 1962 г.), которые откладываются на морском крае дельты. Селение Северо-Восточный Банк, находившееся не так давно на берегу моря, сейчас удалено от него на 24 км.

После создания Мингечаурского водохранилища твердый сток Куры уменьшился, но все же играет значительную роль в формировании дельты. Из четырех рукавов дельты, существовавших в 1938 г., сохранилось лишь два: северо-восточный и юго-восточный. Последний является главным руслом, по которому проходит до 95% всего стока Куры.

Устьевая область Куры и взморье представляют интерес, так как в ней происходит смешение речных и морских вод, в результате чего образуется вода с промежуточными гидрохимическими характеристиками.

Гидрологические особенности устья и взморья Куры

Так как гидрологический режим Куры и Каспийского моря освещен в специальных работах, здесь остановимся лишь на особенностях и на наиболее характерных его чертах: температуре, прозрачности вод, преобладающих течениях, сгонно-нагонных явлениях, т. е. на факторах, с которыми связано распределение и динамика химических элементов. Характеристика дается по материалам, полученным Каспийской научной станцией АН СССР за 1955—1957 гг., Института географии АН Азербайджанской ССР за 1958 г. (Гюль и др., 1960) и Управления гидрометеослужбы Азербайджанской ССР.

Кура берет свое начало в горах Кавказа, на склонах Аджарского хребта. Общая протяженность ее равна 1500 км, водосборная площадь — 180 280 км². Кура имеет смешанное питание. В нее впадают также большие реки Аракс, Алазань, Арагва. Кроме того, источником питания Куры служат ледниковые и снеговые воды, стекающие с гор, и атмосферные осадки, выпадающие в бассейне реки. Наибольший сток Куры наблюдается в апреле—июне в период половодья, когда он составляет 56% годового расхода. Осенний расход приходится на октябрь—декабрь и равен 17,6% годового расхода. Минимальный сток наблюдается в феврале. Количество атмосферных осадков убывает от среднего течения Куры к устью.

Температура воды. Анализ имеющихся материалов по температурному режиму вод взморья показывает, что вертикальные градиенты здесь малы: часто наблюдается гомотермия, и слой воды до глубины 10 м хорошо перемешан. Изотермы обычно повторяют очертания береговой линии. Только вокруг юго-восточного рукава, по которому направлен основной сток Куры, непосредственно в районах выхода рукавов в море отмечается изгиб изотерм в сторону моря и иногда увеличение горизонтальных градиентов. Это связано с выносом более холодных речных вод. Но чаще всего температуры морских и речных вод различаются мало. Поэтому судить о границе распространения речных вод в море по их температуре не представляется возможным.

Прозрачность вод на взморье увеличивается от берега в море. Сезонная изменчивость ее связана с колебаниями стока Куры. Летом, когда жидкий и твердый сток велик, прозрачность мала — 1—2 м, осенью, при наименьшей величине стока прозрачность максимальна, достигая 12—16 м. В зависимости от мутности вода

на взморье имеет различный цвет — от беловато-мутного (прозрачность не более 2 м) до голубовато-зеленого. По четкости границы цветности вод устанавливается степень проникновения речных вод в море. Особенно отчетлива эта граница при ветрах с моря, когда куринские воды как бы подпираются морскими. При ветрах с берега или при штиле переход от цвета речных вод к цвету морских происходит постепенно.

Изучая распространение взвешенных веществ в предустьевом пространстве Куры, Иванов (ГОИН) указывал на то, что куринские воды на взморье образуют несколько зон по мутности, из них самая контрастная находится у выхода рукава в море, самая разреженная — на расстоянии около 11,1 км от берега. В узкой прибрежной полосе на расстоянии 3,5—5,5 км от устья Куры количество взвешенных веществ убывает на 90—95% вследствие резкого уменьшения скорости стокового течения.

Течения. На поверхности предустьевого взморья Куры преобладают северные, северо-восточные и южные ветровые течения. Северное направление поверхностных течений отмечается при ветрах всех румбов. При южном ветре повторяемость северного направления течения достигает 68,4%. При восточном ветре преобладает южное течение (23,2%), при северо-западном — юго-восточное (25%). По распределению взвешенных веществ на взморье можно предположить, что куринская вода имеет тенденцию двигаться к северу.

Преобладающие скорости течений на взморье составляют 8—25 см/сек; на их долю приходится 74,0% на поверхности и 75,5% на горизонте 10 м. Направление и скорость течений в основном зависят от характера ветра. Наблюдения на суточных станциях на предустьевом взморье Куры указывают на большую изменчивость скоростей и направлений течений, даже в продолжение одних суток.

На последних схемах циркуляции поверхностных вод Каспийского моря в районе между Апшеронским полуостровом и устьем Куры некоторые авторы приводят местную антициклональную циркуляцию (В. А. Леднев, 1943). Согласно этим схемам, район взморья захватывается циркуляцией, и течения могут поворачивать у берега в северном и южном направлениях.

Сгонно-нагонные явления. Ветры не только возбуждают течения, но и вызывают значительные колебания уровня. Максимальный нагон в устье Куры поднимает уровень воды на 120 см, и нагонные волны достигают г. Сальяны. Повторяемость нагонных ветров составляет 67,6%. Сгонные ветры бывают редко и на ход уровня существенного влияния не оказывают, максимальный сгон достигает всего 50 см. Зима и весна характеризуются в основном слабыми нагонными ветрами, интенсивность их возрастает с конца весны.

Химический сток и состав вод Куры

Химический состав куринской воды обуславливается характером тех пород, которые омываются в бассейне реки. В верховьях Кура протекает через зону недавней вулканической деятельности, где на поверхность выходят пластовые воды с большим содержанием уголекислоты. Уголекислые воды, проходя по распространенным здесь известковым породам, растворяют уголекислый кальций, переводя его в бикарбонат. В низовьях Кура протекает по Прикуринской низменности, сложенной каспийскими и современными отложениями, они обогащают воду сульфатами и хлоридами там, где эти отложения менее промыты атмосферными осадками. Таким образом, в верхнем течении воды Куры имеют карбонатный характер, в среднем течении — сульфатный, а в низовьях — хлоридный. Но все же преобладающими солями на всем протяжении реки остаются бикарбонаты. Ниже приведены результаты химических анализов куринской воды, полученные в 1945 г. в лаборатории Управления гидрометеослужбы Азербайджанской ССР (табл. 135)

Как видно из табл. 135, на долю бикарбонатов приходится больше 50% всех солей. По анионному составу воды Куры относятся к гидрокарбонатному классу, по преобладающему катиону — к кальциевой группе. Минерализация вод Куры в 1945 г., составлявшая у Мингечаура в среднем за год 353,6 мг/л, после впадения в нее Аракса возрастает у Сабирабада до 475,7 мг/л, в частности, возрастают хлориды, так как Аракс на своем пути размывает пласты поваренной соли. Особенностью куринской воды является отсутствие в ней свободной уголекислоты, так как она затрачивается на растворение карбонатных отложений и поглощается в процессе фотосинтеза. Меньшая концентрация солей наблюдается в мае — июне, т. е. в период поступления паводочных маломинерализованных вод.

Приведенные величины по ионному составу вод и химическому стоку Куры характеризуют период до зарегулирования реки и до создания Мингечаурского водохранилища в 1953 г. Уменьшение водного стока после зарегулирования отразилось на химическом составе куринских вод. Кроме того, изменилось количественное соотношение между собственно куринскими водами и водами крупнейшего притока Куры Аракса, который впадает ниже водохранилища. Воды Аракса имеют большую минерализацию (475,7 мг/л), чем воды Куры (353,6 мг/л).

После зарегулирования минерализация вод Куры увеличилась (табл. 136). Общее содержание солей в устьевой части реки следующее: в 1955—1957 гг. оно равно 527,6 мг/л, в 1960—1961 гг. — 533 мг/л и в 1962 г. — 738,9 мг/л (данные ВОДГЕО Азербайджанской ССР). Правда, последняя цифра, может быть, несколько завышена, так как 1962 г. был маловодным. В общем,

Химический состав вод Куры (1945 г.) в мг/л (1), в мг-экв. (2) и
% мг-экв (3)

Дата	Единица измерения	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ [']	CO ₃ ^{''}	SO ₄ ^{''}	Cl [']	Сумма
У Мингечаура									
31 I	1	61,0	21,8	26,0	201,3	0	95,5	20,4	426,0
	2	3,045	1,793	1,026	3,299	0	1,989	0,576	11,728
	3	25,9	15,2	8,90	28,2	0	16,9	4,9	100
28 II	1	63,0	24,9	32,0	213,5	0	105,3	27,5	466,2
	2	3,144	2,040	1,284	3,499	0	2,193	0,776	12,936
	3	24,3	15,8	9,90	27,0	0	17,0	6,0	100
31 III	1	60,0	19,6	30,50	201,3	0	93,8	20,4	425,6
	2	2,995	1,612	1,222	3,299	0	1,954	0,576	11,658
	3	25,7	13,8	10,50	28,3	0	16,8	4,9	100
30 IV	1	41,0	12,2	17,20	140,3	0	55,1	10,2	276,0
	2	2,046	1,003	0,687	2,300	0	1,148	0,288	7,472
	3	27,4	13,4	9,20	30,7	0	15,4	3,9	100
10 V	1	49,0	14,4	8,20	146,4	0	62,5	9,3	289,8
	2	2,446	1,184	0,333	2,399	0	1,302	0,262	7,926
	3	30,9	14,9	4,2	30,3	0	16,4	3,3	100
31 V	1	60,0	10,9	7,0	152,5	0	52,7	20,4	303,5
	2	2,995	0,896	0,275	2,492	0	1,098	0,576	8,332
	3	35,9	10,8	3,3	29,9	0	13,2	6,9	100
30 VI	1	48,0	17,4	6,6	152,5	0	53,5	15,5	292,4
	2	2,396	1,431	0,223	2,499	0	1,114	0,437	8,100
	3	29,6	17,6	2,8	30,9	0	13,7	5,4	100
31 VII	1	56,0	17,4	7,5	170,8	0	60,9	16,5	329,1
	2	2,795	1,431	0,308	2,799	0	1,269	1,466	9,068
	3	30,8	15,8	3,4	30,9	0	14,0	5,1	100
31 VIII	1	48,0	15,7	23,8	158,6	0	69,1	21,1	336,3
	2	2,396	1,291	0,946	2,599	0	1,439	0,595	9,266
	3	25,9	13,9	10,2	28,0	0	15,5	6,5	100
30 IX	1	54,0	15,3	14,2	176,9	0	60,9	12,9	334,2
	2	2,695	1,258	0,579	2,899	0	1,269	0,364	9,064
	3	29,7	13,9	6,4	32,0	0	14,0	4,0	100
31 X	1	56,0	17,9	9,5	183,0	0	53,5	19,1	339,0
	2	2,795	1,472	0,385	2,999	0	1,114	0,539	9,304
	3	30,1	15,8	4,1	32,2	0	12,0	5,8	100
30 XI	1	59,0	18,8	16,5	189,1	0	73,2	18,8	375,4
	2	2,945	1,546	0,664	3,099	0	1,525	0,531	10,310
	3	28,6	15,0	6,4	30,1	0	14,8	5,1	100
31 XII	1	64,0	20,9	14,8	213,5	0	74,1	16,5	403,8
	2	3,194	1,719	0,596	3,499	0	1,544	0,466	11,018
	3	29,0	15,6	5,4	31,8	0	14,0	4,2	100

Химический сток р. Куры (устье). Данные 1950—1962 гг.

Дата	Расход воды, м³/сек.	мг/л						% экв.						
		HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ + K ⁺	сумма	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ + K ⁺
14 III 1950 г.	203,2	77,6	39,5	59,2	20,2	36,0	435,7	27,5	13,4	9,1	24,4	13,7	11,2	
8 IV 1951 г.	695	166,6	42,4	37,8	45,7	15,1	29,0	336,6	29,2	9,4	11,4	24,4	13,2	12,4
3 XII	660	274,6	82,2	37,1	58,9	17,3	72,5	542,6	31,0	11,8	7,2	20,2	9,8	20,0
10 XII		278,9	91,3	43,6	58,9	20,2	77,5	570,4	29,7	12,3	8,0	19,1	10,8	20,1
30 VIII 1952 г.		185,5	113,3	108,8	61,2	25,9	82,0	576,7	18,0	13,9	18,1	18,1	12,6	19,3
11 III 1953 г.		258,7	91,8	104,4	64,5	33,6	78,0	631,0	23,3	10,5	16,2	17,7	15,2	17,1
5 VI		196,5	49,3	59,8	50,6	15,4	53,8	425,4	27,1	8,7	14,2	21,2	10,7	18,1
18 III 1954 г.		250,8	77,7	116,2	58,7	29,4	91,5	642,3	22,8	9,0	18,2	16,3	13,4	20,3
20 V		177,0	60,4	22,0	49,6	23,3	9,5	341,8	30,3	13,2	6,5	25,9	20,1	4,0
30 VI		186,1	70,3	66,4	55,9	18,4	52,0	442,1	23,9	11,4	14,7	21,9	11,8	16,3
10 VII		168,4	66,6	76,0	54,4	20,8	46,5	432,7	21,9	11,1	17,0	21,6	13,6	14,8
2 VIII		163,5	69,4	122,7	49,5	12,1	102,8	520,0	17,7	9,5	22,8	16,3	6,6	27,1
19 III 1955 г.		213,5	83,5	93,2	59,5	26,6	67,8	544,1	22,2	11,1	16,7	18,9	13,9	17,2
27 V		172,0	82,8	114,9	55,3	21,5	81,2	527,7	18,1	11,1	20,8	17,7	11,4	20,9
29 VI		172,0	105,4	164,6	70,3	26,4	99,2	637,9	14,6	11,4	24,0	18,2	11,2	20,6
19 X		191,5	90,3	45,0	52,4	19,5	51,8	450,5	24,9	14,9	10,2	20,8	12,7	16,5
25 III 1956 г.		232,4	103,7	120,8	66,1	34,9	80,2	638,1	20,3	11,5	18,2	17,6	15,3	17,1
20 IV		179,3	97,5	73,3	58,0	25,2	51,8	485,1	20,9	14,4	14,7	20,6	14,7	14,7
30 VI		162,9	88,6	69,8	54,0	17,8	58,2	541,3	20,6	14,2	15,2	20,8	11,2	18,0

Дата	Расход воды, м³/сек.	мг/л						% экв.						
		HCO ₃ '	SO ₄ "	Cl'	Ca"	Mg"	Na' + K'	сумма	HCO ₃ '	SO ₄ "	Cl'	Ca"	Mg"	Na' + K'
5 IX		167,5	97,3	74,6	57,7	19,1	60,8	477,3	20,0	14,7	15,3	20,9	11,4	17,7
20 XI		203,1	92,8	60,3	56,9	21,9	58,0	493,0	23,9	13,9	12,2	20,4	12,9	16,7
18 I 1957 г.		206,2	89,1	51,1	55,4	21,2	54,5	477,5	25,3	13,9	10,8	20,7	13,0	16,3
15 V		198,2	88,0	89,0	60,1	23,7	66,2	526,0	21,4	12,0	16,5	19,8	12,8	17,4
27 VI		184,2	86,7	114,8	61,7	22,2	79,2	549,7	18,7	11,2	20,0	19,1	11,3	19,6
27 VIII		163,5	83,3	132,7	76,6	25,9	55,5	538,0	16,4	10,6	22,9	23,4	13,0	13,6
2 XII		215,3	77,8	65,3	54,5	19,9	66,0	499,6	25,2	11,6	13,1	19,4	11,7	18,9
21 I 1960 г.		183,6	104,7	17,5	62,6	12,3	39,2	421,0	26,4	19,1	4,3	27,4	8,8	13,8
30 IV		175,7	86,4	72,0	49,2	19,6	66,0	469	21,5	13,4	15,1	18,3	12,0	19,7
23 VI		169,6	132,7	97,4	62,2	24,8	78,8	565,5	16,8	18,7	16,6	12,3	19,0	
28 IX 1961 г.		154,9	109,4	61,8	104,8	11,4	9,8	452,1	19,4	17,4	13,2	39,9	7,2	2,9
23 XI		226,3	165,9	125,0	73,6	39,2	95,2	725,2	17,3	16,2	16,5	17,2	15,0	17,8
20 XII		192,8	137,1	73,4	55,1	25,8	80,5	564,8	19,5	17,7	12,8	17,0	13,1	19,9
20 II 1962 г.		187,9	203,7	46,8	81,2	53,2	5,2	578,0	17,8	24,5	7,7	23,4	25,4	1,23
9 IV		225,7	256,4	301,1	74,6	24,1	(296,0)	(1177,9)	10,6	15,2	24,2	10,6	5,6	33,8
9 V		225,7	75,3	171,1	77,1	2,4	151,5	703,1	18,3	7,8	23,9	19,0	1,0	30,0
		222,0	24,9	178,8	62,0	10,3	151,8	649,8	19,8	2,8	27,4	16,8	4,6	28,6
30 VIII		234,2	186,6	174,7	112,4	47,7	78,2	833,8	15,2	15,3	19,5	22,2	15,5	12,3
24 XII		158,0	55,5	240,0	78,1	28,8	106,2	666,6	12,3	5,5	32,2	18,5	11,3	20,2
24 XII		295,8	139,9	79,8	57,1	30,4	116,5	719,5	24,2	14,6	11,2	14,2	12,5	23,3
24 XII		221,4	123,4	75,8	55,1	31,0	76,0	582,7	21,8	15,4	12,8	16,5	15,3	18,2

приведенные величины химического состава указывают на увеличение в последнее время концентрации солей в куринской воде. Изменилось и соотношение отдельных компонентов солевого состава: повысилось содержание хлоридов и сульфатов, понизилось количество гидрокарбонатов. Это произошло за счет повышения удельного веса стока Аракса после зарегулирования, так как собственно куринская вода расходуется главным образом на поддержание необходимого уровня в Мингечаурском водохранилище.

Гидрохимический режим предустьевого пространства Куры

Гидрохимические исследования в предустьевом пространстве впервые были проведены Ивановым (ГОИН) в 1946 г. для выяснения влияния смешения речных и морских вод на процесс осаждения взвешенных веществ, выносимых Курой.

В июне 1960 г. в прикуринском районе собраны новые материалы, на основании которых в основном дана предлагаемая гидрохимическая характеристика (рис. 77 табл. 137). Кроме того, использованы наблюдения 1962 г., проведенные Бакинской ГМО под руководством А. Н. Цицарева.

Хлорность. Как было указано выше, основной поток куринской воды направляется по юго-восточному рукаву, что хорошо подтверждается распределением хлора и щелочности (рис. 78). Пробы речной воды, взятые в двух точках на станциях 28 и 29 в 600 м от замыкающего створа рукава и на взморье у створа реки, характеризуются следующими показателями: хлорность равна 0,15 и 0,18‰, щелочность — 2,828 и 2,836 мг-экв. На взморье против юго-восточного рукава выполнен разрез со станциями 19, 20, 21 (рис. 77, табл. 137). На станциях 19 и 20 (глубины 11 и 16 м) преобладает речная вода с хлорностью на поверхности соответственно 1,02 и 1,39‰. На станции 21 (глубина 22 м), находящейся мористее, хлорность равна 5,03‰, т. е. здесь влияние пресных вод уже сказывается гораздо меньше.

Интересные данные получены на станции 27, которая расположена в этом же районе на границе схождения речных и морских вод. Граница встречи различных по своему составу водных масс ясно видна по прозрачности и цветности воды. Речная вода имеет мутно-желтую окраску, а морская прозрачная, зеленовато-голубого цвета. По одну сторону границы хлорность равна 2,90‰, а по другую — 4,19‰. Такое же явление отмечено в работе Иванова (1952) по материалам 1946 г.: по одну сторону пограничной линии, в более мутной воде, содержание хлора составляло 2,07‰, а щелочность — 3,224 мг-экв, по другую, на расстоянии 30—40 м от первой, в менее мутной воде, соответственно — 4,83‰, и 3,537 мг-экв. По нашим наблюдениям, величина щелочности также была различна и составляла в речной

Таблица 137

Распределение гидрохимических показателей. Июнь 1960 г.

Станция	Глубина, м	Горизонт, м	Cl'	Alk мг-экв/л	$\frac{Alk}{Cl} \cdot 10^4$	pH	O ₂ мл/л	O ₂ % насыщения	P PO ₄ ''' мг/л	Si SiO ₃ '' мг/л
11	12,0	0	4,36	3,389	7 773	8,05	4,35	75	0	154,0
		5	4,96	3,519	7 095	8,21	5,64	97	0	182,0
		10	5,06	3,603	7 121	8,23	4,87	84	0	100,0
12	9,0	0	4,97	3,488	7 018	8,28	5,45	95	2,5	—
		5	5,06	3,519	6 955	8,31	4,85	83	31,2	—
		8	5,08	3,557	7 002	8,22	4,69	81	10,0	—
13	13,0	0	5,04	3,503	6 950	8,32	5,60	98	5,0	150,0
		5	5,02	3,503	6 978	8,25	5,62	98	11,8	100,0
		10	5,11	—	—	—	—	—	—	—
		13	5,06	3,618	7 150	8,29	4,66	81	5,6	65,0
14	10,0	0	5,11	3,488	6 826	8,20	5,78	102	4,5	325,0
		5	5,09	3,572	7 018	8,26	5,70	100	7,5	278,0
		8	5,21	3,603	6 916	8,18	4,56	81	4,0	430,0
15	14,0	0	4,97	3,503	7 048	8,20	6,21	109	4,8	1300,0
		5	5,06	3,480	6 877	8,26	5,98	105	3,6	340,0
		10	5,16	—	—	—	—	—	—	—
		12	5,19	3,526	6 794	8,24	4,85	83	4,0	230,0
16	10,0	0	5,16	3,542	6 864	8,31	7,08	125	10,0	500,0
		5	5,21	3,587	6 885	8,26	5,91	102	8,0	300,0
		10	5,21	3,572	6 856	8,30	5,40	93	10,0	250,0
17	19,0	0	—	—	—	—	6,42	—	—	—
		5	—	—	—	—	—	—	—	—
		10	4,97	3,587	7 217	8,26	5,08	86	9,5	325,0
		17	5,32	3,587	6 742	8,27	5,56	93	40,0	195,0
18	23,0	0	4,72	3,465	7 341	8,38	7,36	130	5,0	1860,0
		5	5,07	—	—	—	—	—	—	—
		10	5,11	3,526	6 900	8,27	5,93	103	7,4	735,0
		15	5,11	—	—	—	—	—	—	—
		20	5,11	3,526	6 900	8,31	4,79	83	6,8	1000,0
19	11,0	0	1,02	2,991	29 324	8,23	5,32	88	0	4348,0
		5	4,97	—	—	—	—	—	—	—
		10	5,11	3,542	6 932	8,29	4,84	83	0	450,0
		15	5,12	3,618	7 066	8,33	5,20	88	0	235,0
20	16,0	0	1,39	2,425	17 446	8,25	5,26	88	0	5556,0
		5	4,92	—	—	—	—	—	—	—
		10	5,11	3,542	6 932	8,29	4,75	82	5,0	595,0

Станция	Глубина, м	Горизонт, м	Cl'	Alk мг-экв/л	$\frac{Alk}{Cl} \cdot 10^4$	pH	O ₂ мл/л	O ₂ % насыщения	P PO ₄ ''' мкг/л	Si SiO ₃ '' мкг/л
21	22,0	0	5,03	3,511	6 980	8,28	5,88	104	—	500,0
		5	5,21	—	—	—	—	—	—	—
		10	5,19	3,603	6 942	8,25	6,08	104	—	190,0
		20	5,27	3,580	6 793	8,35	5,40	91	—	170,0
22	16,5	0	4,74	3,434	7 245	8,37	6,49	115	—	980,0
		10	5,09	3,542	6 959	8,25	5,30	91	—	420,0
		15	—	—	—	—	4,60	—	—	390,0
23	23,0	0	4,88	3,205	6 586	8,43	5,78	103	—	1480,0
		5	4,94	—	—	—	—	—	—	—
		10	—	3,480	—	—	5,97	—	—	735,0
		20	5,32	3,557	6 686	8,33	5,08	89	—	250,0
24	30,8	0	4,72	3,243	6 871	8,39	4,95	89	—	960,0
		5	5,11	—	—	—	—	—	—	—
		10	5,11	3,526	6 900	8,29	5,27	90	—	следы
		20	5,32	—	—	—	5,18	88	—	—
		28	5,32	3,587	6 742	8,28	—	—	—	следы
25	26,0	0	5,14	3,572	6 949	8,45	5,22	93	—	500,0
		10	5,37	3,587	6 680	8,36	5,18	88	—	следы
		20	5,37	—	—	—	—	—	—	—
		25	5,37	3,603	6 709	8,33	5,20	88	—	следы
26	22,0	0	4,73	3,281	6 937	8,47	5,11	90	—	735,0
		5	5,16	—	—	—	—	—	—	—
		10	5,23	3,572	6 830	8,32	5,13	85	—	140,0
		20	5,33	3,557	6 674	8,32	5,12	86	—	следы
27 На границе речных и морских вод:										
а) в куринских водах		0	2,90	3,114	10 738	—	—	—	—	—
б) в морских водах		0	4,19	3,400	8 115	—	—	—	—	—
28. Речная вода в 600 м от замыкающего створа реки . . .										
		0	0,15	2,828	188 533	—	—	—	—	—
29. Речная вода на взморье у створа реки										
		0	0,18	2,836	157 556	—	—	—	—	—

воде 3,114 мг-экв, в морской 3,400 мг-экв/л. Резкость границы можно объяснить подпором речных вод морскими вследствие противоположной направленности их течений.

Против основного юго-восточного рукава Куры ясно видно постепенное проникновение речных вод в морские. Расстояние, на которое заметно распространяются куринские воды от берега, по нашим данным (и по данным 1946 г. Иванова), не превышает 9—11 км.

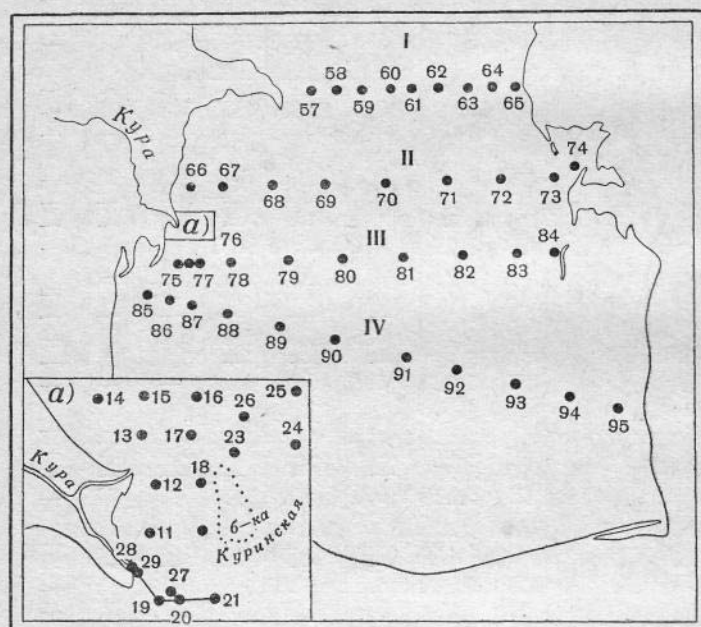


Рис. 77. Схема расположения станций.

Содержание хлора по вертикали резко меняется уже в слое 0—5 м. Так, на станциях 19 и 20 хлорность уже на горизонте 5 м составляет соответственно 4,97 и 4,92‰, а на горизонте 10 м на обеих станциях она равна 5,11‰. На станции 21 колебания хлорности меньше: на поверхности хлорность составляет 5,03‰, на глубине 5 м — 5,21‰ и на глубине 20 м — 5,27‰.

Вертикальные градиенты отмечаются в слое 0—5 м; увеличение хлорности в слое 0—5 м составляет 0,64‰ (солености 1,65‰); ниже 5 м колебания величин хлорности меньше. Это указывает на небольшое по глубине распространение речных вод. Последние в силу своей малой плотности находятся на поверхности над более плотными солеными водами. По литературным данным, в спокойную погоду куринские воды движутся

слоем толщиной 0,5—0,8 м, распространяясь в основном на юг и юго-восток (Гюль и др. 1960).

Такая стратификация наблюдается почти на всем предустьевом пространстве. С удалением в море смешанные воды постепенно осолоняются, вертикальные градиенты хлорности уменьшаются и на достаточном удалении от устья воды моря характеризуются гомогалинностью.

Рассматривая содержание хлора в пробах воды, взятых на взморье против северо-восточного рукава (станции 13, 15, 17), мы не обнаружили резкого горизонтального колебания хлора от берега в море. Уже относительно близко от замыкающего створа рукава хлорность поверхностной воды составляет 4,97‰. По вертикали также наблюдается гомогалинность. Это объясняется,

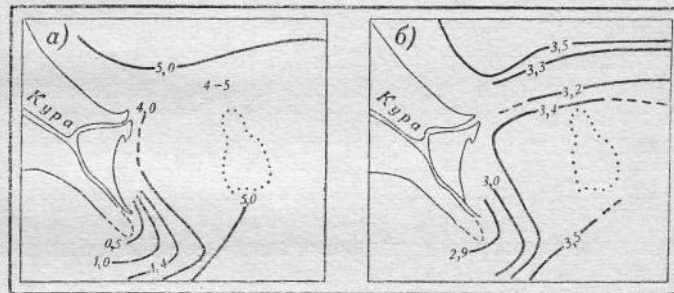


Рис. 78. Распределение (в ‰) хлорности (а) и щелочности (б) в устье и предустьевом пространстве Куры.

очевидно, ничтожным поступлением куринской воды через северо-восточный рукав. Действительно, после зарегулирования стока Куры и образования Мингечаурского водохранилища северный рукав как русло реки в настоящее время потерял свое значение. Ранее, в 1946 г. (по Иванову) курильская вода, поступающая через северный рукав, опресняла поверхностную воду мористее, чем вода, поступающая через южный рукав.

Часть взморья между дельтой Куры и Куринской банкой от северного рукава до южного имеет сложный рельеф дна, образованный множеством больших и малых банок. Наибольшая из них Курильская, которая служит барьером, ограждающим речные воды от выхода в море. В этой части взморья на станции 11, 12, 18, 22 хлорность воды на поверхности составляет соответственно 4,36; 4,97; 4,72; 4,74‰, т. е. довольно однородна и изменяется по вертикали в слое 0—5 м соответственно до 4,96; 5,06; 5,07; 5,09‰. Такая же хлорность обнаружена и севернее банки Курильской на станциях 23, 24, 26, где она на поверхности равна соответственно 4,88; 4,72; 4,73‰, а на горизонте 5 м — 4,94; 5,11;

5,16‰. Последние три станции расположены за банками в открытой, правда, еще мелководной части Южного Каспия. Но здесь вода по хлорности придонного слоя (5,32; 5,32 и 5,33‰) носит уже морской характер.

Из сказанного следует, что куринские воды поступают в Каспий через юго-восточный рукав и основная масса их распространяется в море сначала в юго-восточном направлении, а затем под влиянием морских течений поворачивает на север, проходит по желобу между дельтой Куры и серией банок и выходит в открытую часть моря севернее банки Куринская. Такое движение речных вод подтверждается и данными по распространению взвешенных веществ (Иванов) и по химическому составу органического вещества во взвесах Куры и донных отложениях северной части предустьевых пространств и Бакинского архипелага (Пахомова, 1960).

Щелочность. Величина щелочности морской воды обусловливается избытком сильных оснований. Этот избыток связан, в основном, с угольной кислотой. В океане и сообщающихся с ним морях щелочность является величиной более или менее постоянной по отношению к солевого составу, в частности, к хлору. В речных водах, богатых карбонатами и бедных хлоридами, относительная щелочность меняется в зависимости от солевого состава, и щелочно-хлорный коэффициент $\frac{Alk}{Cl} \cdot 10^4$ обычно выше, чем в море. В предустьевых пространствах, где происходит смешение вод разного солевого состава, щелочно-хлорный коэффициент колеблется в широких пределах. Наиболее высокое значение его наблюдается в областях выхода пресных вод; с удалением от устья реки начинают преобладать морские хлоридные воды и щелочно-хлоридный коэффициент постепенно понижается до величин, характерных для моря. По изменению щелочно-хлорного коэффициента можно судить о дальности распространения пресных вод в открытую часть моря и о степени метаморфизации морских вод речными.

Щелочность вод Каспийского моря выше, чем в других морях и в океане. Так, щелочность вод Баренцева моря (по составу практически одинаковых с океанскими равна 2,38 мг-экв/л, щелочно-хлорный коэффициент равен 0,123 (Бруевич, 1937); эти величины для Азовского моря равны соответственно 2,84 мг-экв/л и 0,413 (Шульгина, 1960), а щелочность Аральского моря составляет 2,58 мг-экв/л (Блинов, 1956).

Щелочность поверхностной воды Южного Каспия составляет в среднем 3,620 мг-экв/л, щелочно-хлорный коэффициент равен 0,675 (Бруевич, 1937), т. е. выше, чем в указанных морях. Высокая щелочность объясняется большим воздействием речного стока на солевой состав вод Каспийского моря. Имеет также значение замкнутость водоема и, как следствие этого, постепен-

ное накопление поступающих в него с материковым стоком солей.

В предустьевом пространстве Куры поверхностная абсолютная щелочность, по нашим данным, в июне 1960 г. колебалась от 2,828 в устье реки до 3,511 мг-экв/л в удаленных от берега районах. Наименьшая щелочность наблюдалась при выходе речных мало минерализованных вод на взморье, далее при смешении пресных вод с солеными морскими щелочность быстро повышалась. Например, по разрезу от юго-восточного рукава в открытую часть моря абсолютная щелочность менялась так: 2,828; 2,991; 3,511 мг-экв/л. Щелочность поверхностных вод предустьевого взморья равнялась в среднем 3,433 мг-экв/л. С глубиной щелочность увеличивается (табл. 137). При этом заметные колебания щелочности по глубине обнаружены в слое 0—5 м, где в основном происходит смешение речных и морских вод.

Щелочно-хлорный коэффициент в противоположность щелочности имеет наибольшие значения в устье, далее от берега он понижается и достигает значений, аналогичных значениям в открытой части моря. Понижение объясняется увеличением хлорности вод с удалением от берега. По нашим данным за июнь, в устьевой области щелочно-хлорный коэффициент выражался числами 188533 и 157556, а в 4—6 км от берега он уже был значительно меньше — 29324 и 17446 (табл. 137, станции 19 и 29). Так же, как и щелочность, щелочно-хлорный коэффициент изменяется по вертикали, особенно интенсивно в слое 0—5 м, но ход изменения с глубиной уменьшается (табл. 137).

Из табл. 137 видно, что интенсивные изменения щелочности происходят в слое воды 0—5 м: абсолютная щелочность возрастает (по нашим данным, примерно на 0,2 мг-экв/л), а щелочно-хлорный коэффициент убывает. Пресные воды по выходе из реки разливаются по поверхности морских вод, и на границе их в зоне смешения формируются новые водные массы с промежуточными между речными и морскими водами гидрохимическими показателями.

Кроме определений хлорности и щелочности, определялись и другие гидрохимические элементы: кислород, рН, фосфаты, кремний. Их содержание на мелководьях зависит от многих факторов — гидрологических, физико-географических, биохимических, действующих одновременно и часто в разные стороны. Поэтому сделать какие-либо выводы о режиме гидрохимических элементов по отдельным съемкам не представляется возможным. Необходимы серийные гидролого-гидрохимические съемки в разные сезоны в течение ряда лет при различной степени водности реки. Такая работа выполняется Бакинской ГМО Азербайджанской ССР.

Стоит остановиться на поверхностном распределении кремния как более консервативного по сравнению с другими биоген-

ного элемента. Максимальные количества его, 4350—5550 мкг Si/л, наблюдаются вблизи выхода речных вод из юго-восточного рукава (станции 19, 20). Высокие концентрации, 1000—1700 мкг/л, отмечены также в районе между дельтой Куры и Куринской банкой. На остальных станциях содержание кремния колеблется от 150 до 1000 мкг/л. Кремний убывает с удалением от главного его источника — русла Куры. Интересно отметить быстрое падение концентрации кремния по вертикали (иногда даже до следов) в слое от 0 до 10 м, связанное с растеканием по поверхности речных вод, обогащенных кремнием.

Таблица 138

Абсолютные и относительные величины компонентов солевого состава воды на радиальном разрезе в предустьевом пространстве Куры

Станция	Горизонт, м	Cl ⁻	Al мг-экв/л	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Alk Cl	Ca Cl	Mg Cl
43	0	2,35	2,777	0,1875	0,4314	1,1817	0,0798	0,1836
	10	5,17	3,212	0,3386	0,7364	0,6213	0,0655	0,1424
44	0	5,17	3,280	0,3321	0,7364	0,6344	0,0642	0,1424
	10	5,22	3,334	0,3185	0,7405	0,6387	0,0648	0,1418
	17	5,19	3,320	0,3120	0,7642	0,6397	0,0601	0,1472
45	0	5,22	3,361	0,3257	0,7477	0,6439	0,0624	0,1432
	10	5,24	3,357	0,3580	0,7362	0,6407	0,0683	0,1405
	30	5,27	3,402	0,3776	0,7321	0,6455	0,0716	0,1389
45а	0	5,35	3,375	0,3516	0,7438	0,6309	0,0657	0,1390
	20	5,22	3,296	0,3777	0,7202	0,6314	0,0723	0,1380
	35	5,27	3,430	0,3451	0,7558	0,6509	0,0655	0,1434
45в	0	5,32	3,402	0,3580	0,7480	0,6395	0,0673	0,1406
	30	5,37	3,458	0,3450	0,7517	0,6439	0,0642	0,1400
	68	5,41	3,386	0,3449	0,7517	0,6259	0,0637	0,1389
45д	0	5,36	3,416	0,3643	0,7708	0,6373	0,0655	0,1386
	50	5,37	3,419	0,3644	0,7439	0,6367	0,0678	0,1385
	98	5,35	3,430	0,3776	0,7399	0,6411	0,0706	0,1383
Среднее		5,30	3,378	0,3502	0,7455	0,6387	0,0662	0,1407
Среднее для Южного Каспия . .		5,46	3,546	0,3585	0,7540	0,6657	0,0657	0,1378

По материалам 1962 г. определен солевой состав с шести станций, расположенных по направлению продвижения стока в море (радиальный разрез). Сравнение результатов анализа (табл. 138) ¹ показало, что только одна поверхностная проба со станции 43, расположенной около устья реки отличается от всех остальных. Содержание солеобразующих компонентов на всех остальных увеличивается с удалением в море. Относительные величины кальция и магния очень близки к таковым в открытой части Южного Каспия. Отсюда можно сделать вывод, что изменение состава морской воды под воздействием куринского стока происходит только на очень близком к устью прибрежном участке, во всем предустьевом пространстве этот сток сказывается только в незначительной степени на хлорности и щелочности.

Таким образом, процессы смешения на приглубом Куринском взморье протекают иначе, чем на пологом, каким является предустьевое пространство Волги. Вопрос о формировании солевого состава вод в Северном Каспии под влиянием волжского стока рассмотрен нами выше, в главе II.

Влияние стока Куры на гидрохимический режим Южного Каспия

Чтобы проследить, какое воздействие оказывает куринский сток на состав вод Южного Каспия, особенно на его западную часть, нами рассмотрены данные по хлору и щелочности на четырех широтных разрезах: I — о. Жилой — маяк Куули, II — о. Камень Игнатья — п-ов Челекен, III — о. Куринский Камень — о. Огуречинский, IV — Ленкорань — Белый Бугор (см. рис. 77). Для разреза I материал получен также, как и в прикуринском районе, в июне 1960 г. Для остальных трех разрезов использованы материалы наблюдений апрельской съемки 1960 г.

К северу от взморья Куры на стандартном разрезе II (станции 66 и 67) вода имеет иные гидрохимические характеристики, чем в предустьевом пространстве. Это уже морская вода, но влияние речного стока здесь еще сказывается, что особенно заметно по апрельской съемке 1959 г. Хлорность поверхностной воды на станциях 66, 67, 68 составляла соответственно 4,15, 4,82 и 5,21‰. Ниже она увеличивалась до 5,24, 5,39 и 5,38‰, т. е. до величин, присущих каспийской воде.

Значение щелочно-хлорного коэффициента на станциях 66—68 с глубиной уменьшалось, что закономерно для районов, на-

¹ Для сравнения в табл. 138 приведены средние данные для Южного Каспия.

ходящихся под воздействием материкового стока (данные ГМО УГМС АзССР за 1959 г.).

В апреле 1960 г. гидрохимические характеристики воды были иными: на станции 66 (глубина 11,5 м) хлорность составляла на поверхности 5,27‰ (против 4,15‰ в апреле 1959 г.), а на станции 67 (глубина 18 м) 5,46‰ (против 4,82‰). С глубиной хлорность уменьшалась и достигла на станции 67 на горизонте 15 м 5‰. Иными словами, вверху наблюдаются более соленые и плотные воды, чем внизу, где по какой-то причине происходит как бы подток опресненных вод. Возможно, это является результатом сильного нагона, при котором наряду с перемешиванием происходит опускание менее соленых вод в зоне развития вертикальной циркуляции. Такие явления бывают весьма кратковременными и характеризуются неустойчивой стратификацией вод.

Щелочность на всех горизонтах станций 66 и 67 одинакова, 3,85 мг-экв/л. Обращает на себя внимание стратификация щелочности на станции 68 в апреле 1960 г. при очень незначительных колебаниях хлорности. От поверхности до горизонта 50 м щелочность убывает с 4,11 до 3,86 мг-экв/л; ниже этого горизонта до 200—300 м она увеличивается с 3,86 до 4,06 мг-экв/л и на глубине от 300 до 690 м (глубина взятия проб) она снова уменьшается до 3,85 мг-экв/л.

В 1959 г. подобных изменений на станции 68 не было отмечено. Вообще такие высокие величины щелочности, какие были получены на станциях 66, 67 и 68 в апреле 1960 г., ранее не наблюдались. Можно предположить, что здесь, как и в других районах Каспийского моря, идет садка углекислого кальция (Кленова, 1956). Возможно, имеются какие-то новые факторы, действующие на солевой состав воды. Предпосылки к такому предположению не лишены оснований, если иметь в виду тектоническую динамичность дна южной части Каспийского моря вообще и, в частности, рассматриваемого района (Соловьев и др. 1960). Продукты грязевых сопков, действующих на дне во многих местах Южного Каспия, могут коренным образом менять солевой состав придонных вод. Для выяснения подобных вопросов необходима постановка специальных работ по исследованию солевого состава придонных слоев воды.

В южном направлении куринские воды распространяются до широты Ленкорани, о чем свидетельствует некоторое опреснение поверхностной воды на станциях 75 и 76 (разрез III) и 85, 86 (разрез IV). Хлорность соответственно равна 5,10, 5,15, 4,98 и 5,09‰, с глубиной она увеличивается. Щелочно-хлорный коэффициент понижается с глубиной, особенно интенсивно в слое 0—10 м.

Центральная глубоководная часть Южного Каспия характеризуется значительной однородностью распределения гидрохи-

мических элементов по площади и глубине. Хлорность колеблется в пределах 5,34—5,44‰ (соленость 12,74—12,98‰), абсолютная щелочность — 3,710—3,810 мг-экв/л, относительная — 6832—7088. По нашим данным, щелочно-хлорный коэффициент увеличивается с глубиной, что при мало изменяющейся по вертикали хлорности связано с возрастанием общего щелочного резерва от поверхности ко дну. Отмечены случаи, когда щелочно-хлорный коэффициент в нижних горизонтах довольно резко падает. При неизменной хлорности такое явление может быть обусловлено только понижением щелочного резерва. Это могло происходить при химическом выпадении углекислого кальция из пересыщенной им морской воды.

Выпадение ионов кальция из общей системы карбонатного равновесия ведет к нередко наблюдающемуся уменьшению рН. Так, на станциях 90, 91, 92 величина рН на поверхности равна соответственно 8,48; 8,49; 8,52, а у дна она значительно меньше — 8,03; 8,09; 8,07. Понижение рН в каспийской воде было экспериментально установлено Бруевичем (1937). Хемогенное осаждение CaCO_3 доказывается и наличием в таких местах карбонатных донных отложений.

Восточная часть Южного Каспия представляет собой обширную платформу с глубинами приблизительно до 100 м. Отсутствие материкового стока и атмосферных осадков, большое испарение с поверхности обуславливают высокие значения солености воды. Пробы воды со станций двух южных разрезов — 82, 83, 84 (разрез III) и 93, 94, 95 (разрез IV) имеют хлорность в пределах 5,41—5,53‰, или соленость 12,91—13,19‰, т. е. наиболее высокие солености в Каспийском море. Щелочность и щелочно-хлорный коэффициент восточной части моря в среднем меньше чем в центральной части, что, очевидно, является результатом выпадения карбоната кальция в осадок. Состояние пересыщения углекислым кальцием, стабильное для глубоководной части Южного Каспия (Бруевич, 1937), на мелководье быстро нарушается. Это происходит вследствие соприкосновения вод с донными осадками, которые содержат здесь до 70% CaCO_3 . Поэтому щелочность в данных условиях не увеличивается.

Таким образом, гидрохимические условия западной и восточной частей Южного Каспия существенно различны. Они определяются факторами, противоположными по своему действию. На западе сказывается опресняющее влияние Куры, на востоке — влияние интенсивного испарения с зеркала моря при отсутствии берегового стока. В связи с этим воды западных областей имеют пониженную хлорность, восточных — повышенную. Центральная глубоководная часть занимает как бы промежуточное положение.