

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЕХНОГЕННЫХ ПРИМЕСЕЙ В СЕВЕРНОМ КАСПИИ

А.К.ГЮЛЬ, Л.Н.ФАРАДЖЕВА

МАКА Институт Экологии

lalafar@mail.ru

Рассмотрен характер распространения техногенных примесей, преимущественно нефтяных углеводородов, на акватории Северного Каспия. Отмечена приуроченность их повышенных значений к приустьевым областям Волги и Урала. Выявлено снижение концентрации веществ по глубине разреза водоёма, с увеличением скорости ветра, течений, силы волнения. Установлена связь содержания примесей с дисперсностью и физическими свойствами грунтов, как очага вторичного загрязнения морской среды.

Северный Каспий занимает меньшую часть (0,5 %) от объёма всего водоёма (78 тыс. км) по сравнению с остальными Средним (33,9 %) и Южным (65,6 %) регионами [2]. Вместе с тем он оказывает исключительное влияние на экологическую систему Каспийского моря, являясь по существу приустьевой областью реки Волги, дополненной водами Урала. Огромная масса волжского стока (265,0 км³), насыщенная техногенными отходами прибрежных городов России, образует главное Каспийское течение, омывающее западное побережье моря вплоть до Азербайджанской акватории. Южное обрамление Северного Каспия представлено Мангышлакским порогом, граничащим со Средним Каспием. О качестве его вод можно судить по показателям вековых разрезов (I - II - III - III а), соответствующих их распределению в направлении от западного к восточному берегу акватории (рис. 1).

Степень влияния реки Волги на состояние Северного Каспия обусловлена величиной его водного стока (265,0 км³) и объёмами содержащихся в нём НУ (70430,0 тн/г), фенолов (653,0 тн/г), СПАВ (5120,0 тн/г), NH₄ (56100,0 тн/г), NO₂ (11040,0 тн/г), NO₃ (149500,0 тн/г), PO₄ (7910,0 тн/г), металлов (7220,0 тн/г), пестицидов (12,5 тн/г), взвеси (11722,8 тн/г). Перечень перечисленных загрязняющих веществ дополняется поступлением с территории Казахстана вод Урала (12,6 км³/г). В них также присутствуют массы НУ (1260,0 тн/г), фенолов (101,0 тн/г), СПАВ (567,0 тн/г), NH₄ (2646,0 тн/г), NO₂ (428,4 тн/г), NO₃ (3906,0 тн/г), металлов (164,0 тн/г), пестицидов (0,07 тн/г), взвеси (2800,0 тн/г) [1]. При этом наблюдается приуроченность повышенных количеств техногенных примесей к приустьевой области рек Волги и Урала. Указанное иллюстрируется крайними значениями нефтяных углеводородов (1,22-0,22 мг/л), фенолов (0,015-0,011 мг/л), синтетических поверхностно-активных веществ (0,7-0,2 мг/л), аммония (46,1-101,5 мкг/л), нитритов (2,3-5,5 мкг/л), нитратов (11,2-55,7 мкг/л), минерального фосфора (15,0-20,1 мкг/л), пестицидов (0,53-0,27 мкг/л), приуроченных к западному (III а в.р.) и восточному (I в.р.) берегам акватории (табл.1).

В то же время к центральной части водоёма концентрация этих компонентов снижается (II в.р. – III в.р.) как в поверхностных, так и в придонных горизонтах воды. Вертикальное распределение техногенных примесей от наибольших до наименьших количеств отражено в сводной колонке гидрохимических разрезов региона в интервале глубин от 0 до 20 м (табл. 2).

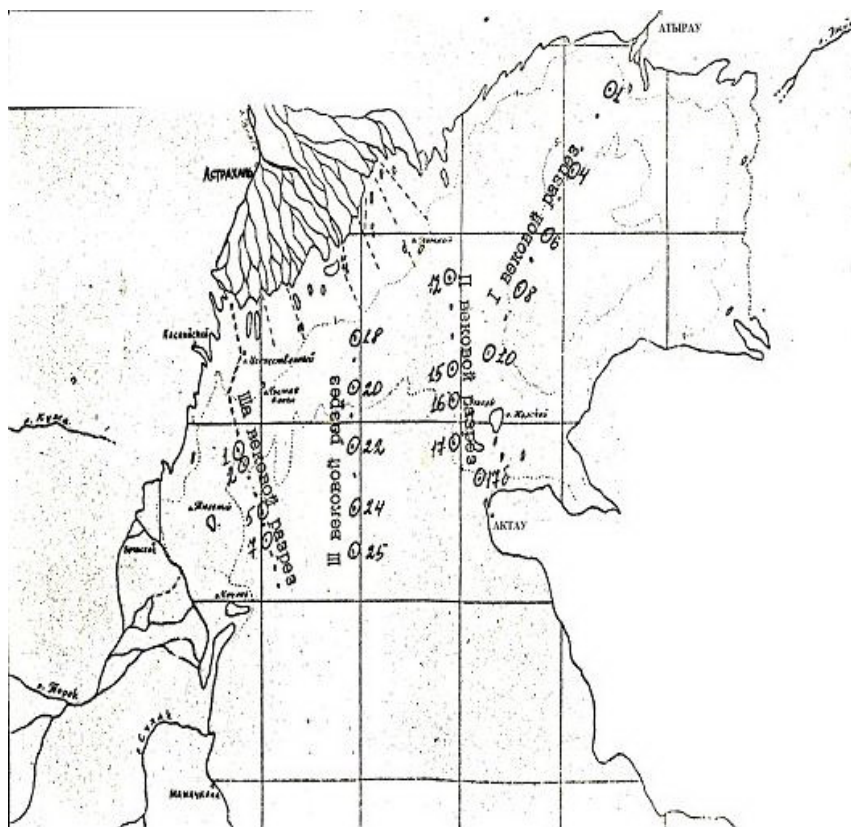


Рис. 1. Схема вековых гидрохимических разрезов Северного Каспия (I–II–III–IIIa).

Таким образом, судя по осреднённым показателям, состояние поверхностных горизонтов акватории по величине ИЗВ (индекс загрязнённости морских вод) и классу качества VI-7,80 оценивается, как очень грязная. То же самое можно отнести в целом ко всей толще водоёма, где ИЗВ был равен 6,4 а класс качества VI [3].

При этом на фоне грязных (V – ИЗВ более 4 до 6) вод III-IIIa выделяется очень грязный (VI-7,1- более 6 до 10) участок I и II разрезов, как близких к устью р.Урал. С ними сочетается малая прозрачность (4,2-1,2) и окраска (14,7-10,5) загрязнённых поверхностных горизонтов акватории [1,4]. Одной из особенностей распределения техногенных примесей в Северном Каспии является приуроченность их концентрации к островам (Тюлений, Укатный, Кулалы, Пешной), включая дампинг в районе о.Искусственного. В связи с чем интервалы изменчивости компонентов загрязнения составили: НУ (0,36 -0,10 мг/л), фенолы (0,17-0,009 мг/л), СПАВ (0,17-0,05 мг/л), NH_4 (104,2-65,0 мкг/л), NO_2 (7,2-2,2 мкг/л), NO_3 (82,3-12,0), $\text{P}_{\text{мин}}$ (36,0-8,7 мкг/л).

Таблица 1

**Сводный гидрохимический разрез Северного Каспия
(1978-2000 гг., средние значения, горизонт – 0 м)**

№ разреза	O ₂ мг/л, %		НУ мг/л	Фен. мг/л	СПАВ мг/л	NH ₄ мкг/л	NO ₂ мкг/л	NO ₃ мкг/л	P _{мин} мкг/л	Пестициды мкг/л	Прозрачн. м.	Цвет	ИЗВ	Класс качества	Наименовано
	2	3													
I	9,0	104,0	0,22	0,015	0,7	46,1	2,3	11,2	15,0	0,53	1,2	11,5	6,7	VI	Очень грязная
II	8,7	105,2	0,15	0,021	0,1	54,2	2,2	12,0	15,1	0,142	2,4	10,5	6,4	VI	Очень грязная
III	9,2	109,0	0,15	0,015	0,13	40,4	3,5	21,0	18,1	0,261	4,2	11,0	4,9	V	Грязная
III а	8,0	108,1	0,22	0,011	0,2	101,5	5,5	55,7	20,1	0,271	1,63	14,7	5,0	V	– // –
Сред.	8,7	106,5	0,18	0,015	0,28	60,5	3,4	25,0	17,1	0,30	2,3	12,0	5,5	V	– // –

Таблица 2

**Показатели качества вод сводной колонки
вековых разрезов Северного Каспия (1978-2000 гг.) [1, 2]**

Глубина м	Горизонты, м	O ₂		НУ мг/л	Фенолы мг/л	СПАВ мг/л	NH ₄ мг/л	NO ₂ мкг/л	NO ₃ мкг/л	P _{мин} мкг/л	Пестициды мкг/л	Прозрачность м	Цвет
		мг/л	%										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6,0	0	8,7	106,5	0,18	0,014	1,32	60,6	3,4	25,0	16,8		2,1	12,1
25,0	5	8,6	103,8	0,17	0,014	1,21	60,6	4,3	27,9	19,6	0,21		
	10	8,0	100,0	0,14	0,012	1,1	74,4	2,9	18,7	12,3	0,12		
	20	7,3	100,5	0,12	0,006	0,5	25,0	0,68	20,0	9,0			
Ср. зн.	0	8,3	104,1	0,15	0,012	1,0	55,1	2,8	22,9	18,6	0,16	2,1	12,1
Наиб. зн.	–	12,9	117,0	0,5	0,059	3,3	199,0	18,8	160,0	68,5	0,88	7,5	17,0
Наим. зн.	дно	3,4	90,0	0,06	0,003	0,005	9,5	0,4	1,1	5,9	0,035	0,57	6,0
Число опр.		1868	1868	1668	1130	1540	1052	1456	1706	1546	488	544	544

Соответственно приведённым показателям – величинам ИЗВ (5,2-3,5), классам качества (V-IV) эта приостровная область акватории может быть отнесена как к грязному, так и загрязнённому состоянию воды [2]. Гидрометеорологические условия являются основными факторами загрязнения и самоочищения акватории Северного Каспия. Эту роль выполняют ветры различных направлений и скорости, а также сопутствующее им волнение. Каждое из них в зависимости от положения береговой линии, места, источника загрязнения отличается определёнными показателями качества воды [4].

Режим ветров и волнения оказывает существенное воздействие на распределение и трансформацию техногенных примесей в водоёме. Как известно, здесь преобладают ветры северных и южных направлений с повторяемостью равной 41,0 и 35,0 %. Гораздо меньшее число случаев приходится на долю западного (3,0 %), восточного (7,0 %) ветров и на штиль (14,0 %). В той же последовательности им соответствовали крайние значения нефтяных углеводородов (0,31-0,13 мг/л), (0,26-0,1 мг/л), (0,23-0,11 мг/л), (0,13-0,11 мг/л) и (0,45-0,12 мг/л). Менее контрастны были показатели фенолов, СПАВ и других веществ. Следует отметить, что в отличие от нефти, фенолов и СПАВ, содержание остальных вредных примесей не превышало ПДК для рыбохозяйственных водоёмов [1]. Минимальное количество СПАВ, встреченное в загрязнённых районах Северного Каспия, по-видимому, связано с их активным взаимодействием с нефтяными углеводородами.

Концентрация последних на акватории была больше при штиле (0,45 мг/л), чем в условиях северного (0,31 мг/л), южного (0,26 мг/л), западного (0,23 мг/л) и восточного (0,13 мг/л) ветров [2]. При чём содержание компонентов нефти на западе (0,34 мг/л) региона всегда превышало их показатели в его восточной и центральной (0,14 мг/л) частях. Более значительный уровень загрязнения этого района акватории объясняется влиянием основного, западно-бережного рукава реки Волги.

Важное значение для распространения нефтяных пятен на поверхности Северного Каспия, наряду с направлением, имеет скорость ветра. При его увеличении на акватории происходило снижение концентрации примесей нефти от слабого (0,15-0,32 мг/л) к умеренному (0,08-0,18 мг/л) и сильному (0,07-0,15 мг/л) ветрам. Однако, в случае непрерывного действия источника загрязнения при одном и том же ветре, количество нефтяных углеводородов сначала падает, а затем снова возрастает, стабилизируясь на первоначальном уровне [2]. Одним из важных факторов загрязнения акватории, имеющего двойной характер, являлось ветровое волнение, в результате которого ускорялись процессы деструкции токсических веществ и уменьшалась их концентрация.

Судя по натурным наблюдениям, содержание (НУ) на акватории снижалось от слабого (0,15-0,32 мг/л) к умеренному (0,09-0,24 мг/л), значительному (0,07-0,19 мг/л) и сильному волнениям. Действие последних при штиле также сочеталось с уменьшением содержания нефти в пределах (0,09-0,27 мг/л).

Действие последних при штиле также сочеталось с уменьшением содержания нефти в пределах (0,09 – 0,27 мг/л). Таким образом, в результате исследований была выявлена зависимость распределения нефтяных углеводородов в море от направления скорости и силы волнения. Установлено, что с их увеличением количество инородных веществ в водоёме уменьшается. То же самое

происходит с параметрами нефтяных разливов в районах морской нефтедобычи [1]. Помимо этого отмечена инерционность уровней загрязнения моря, связанная с действием ветров. При продолжительности и постоянстве объёмов и качестве техногенного стока после некоторого спада концентрация токсикантов восстанавливается. В то же время прослеживается двоякая роль ветров и волнения в самоочищении и вторичном загрязнении морских вод в результате их перемешивания и взмучивания донных осадков [4]. Течение одно из самых сложных и недостаточно изученных, хотя и очень важных явлений Каспийского моря. Ещё меньше исследована зависимость динамики загрязняющих веществ от циркуляции морских вод в горизонтальном и вертикальном направлениях. Данные синхронных наблюдений за этими процессами почти отсутствуют, либо имеются на ограниченной площади, относясь к одиночным гидрологическим станциям разных лет и метеоусловий. Относительно более информативны сведения аналогичного характера о состоянии качества вод Северного Каспия в связи с господствующими там течениями [2]. Влияние последних достаточно наглядно иллюстрируется на примере нефтяных углеводородов, содержание которых, судя по средним значениям, уменьшается от восточного к южному, северному и западному течениям как на поверхности, так и у дна западной, центральной и восточной частей акватории. Следует отметить, что при всех направлениях ветров и течений, а фактически независимо от них, западная окраина региона оставалась самой загрязнённой из-за своей близости к основному рукаву Волги.

Как известно, Северная мелководная часть моря характеризуется неустойчивыми течениями, вызываемыми сгонно-нагонными явлениями. Вместе с тем здесь преобладают ветровые и стоковые процессы, образуемые огромной массой вод, впадающих сюда Волги и Урала.

Как следствие, действие основного течения, омывающего западное побережье Каспия по направлению с севера на юг против часовой стрелки. Транспортируя вместе с водой большие объёмы техногенных примесей, оно снижает, либо повышает степень загрязнения отдельных районов акватории. Ветровые течения, даже при слабых ветрах перемещают поля плавающей нефти на большие расстояния от мест её аварийных разливов [5].

Наиболее наглядно связь течений с загрязнением моря проявляется при штиле. На примере последнего на акватории наблюдалось увеличение концентрации нефти от восточной к западной частям Северного Каспия (0,36 – 0,30 – 0,95 мг/л). Кроме того, замечено снижение количества нефтяных примесей в зависимости от повышения скорости течений в поверхностных слоях акватории.

В заключение следует добавить, что качество морских вод обусловлено не столько параметрами течений, сколько дебитом и постоянством источников поступления загрязняющих веществ в море. Донные отложения Северного Каспия, как и воды, подвержены масштабному загрязнению различными техногенными примесями, главными из которых являются нефтяные углеводороды и их производные [4]. Стратиграфически они приурочены к верхнему горизонту осадков современного возраста, мощность которого изменяется от нескольких сантиметров в зонах с отрицательной седиментацией до метра и более в застойных участках гидрорельефа. Как показали результаты исследований вся площадь Северного Каспия, в целом, вместе с донными грунтами несёт нагрузку

антропогенного стока прилегающей суши, включая речные воды. При этом концентрация нефти здесь снижалась от западной (0,67 мг/г) и восточной половины (0,3 мг/г) к его центральной части (0,09 мг/г). В то же время большую загрязнённость песчаных отложений Северного Каспия нефтяными углеводородами (0,48 мг/г) по сравнению с илами (0,14 мг/г) можно объяснить влиянием Волги на приустьевую область, в основном, сложенную этими осадками.

Следует отметить, что при прочих равных условиях (расстояния от источника загрязнения, глубины залегания, физических свойств) содержание вредных примесей в донных грунтах зависит от степени их дисперсности, преобладания тонких, либо грубых фракций. Так, например, происходило увеличение концентрации нефтяных углеводородов в песках от гравелистых (0,01 мг/г), к крупным (0,01 мг/г), средним (0,09 мг/г), мелким (0,18 мг/г) и пылеватым (0,26 мг/г) разностям. То же самое прослеживалось в супесчаных (9,6 мг/г), суглинистых (10,3 мг/г) и глинистых илах (12,3 мг/г), но уже с изменением (< 0,005 мм) глинистости [4].

Таким образом, в результате проведённого исследования было выяснено, что при распределении техногенных примесей (в основном нефтяных углеводородов) на акватории их концентрация достигала максимума в приустьевой области рек Волги и Урала. При этом их содержание уменьшалось с глубиной региона, в его центральной части, увеличением скорости ветра и силы волнения, тем не менее, сохраняя при этом приуроченность к западному и восточному берегам. Характерно также и снижение значений компонентов в зависимости от скорости местных течений. Кроме того выявлена связь концентрации веществ с дисперсностью донных отложений, как источника вторичного загрязнения морских вод [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ежегодные гидрохимические данные о качестве вод Каспийского моря. Азкомгидромет, Баку: 1978-1995, с. 250.
2. Мехтиев А.Ш., Гюль А.К. Техногенное загрязнение Каспийского моря. Баку: Элм, 2006, 220 с.
3. Емельянова В.П. и др. Оценка качества поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. Гидрохимические материалы, М.: Наука, 1983, т.86, с. 119 – 129.
4. Устьевая область Волги: гидрологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебания уровня Каспийского моря. М.: Геос, 1998, с. 185.
5. Мехтиев А.М., Гюль А.К. Наредование загрязнения Северной части Азербайджанского побережья Каспия (по данным контактных и аэрокосмических измерений). Баку: 2009, МАКА, с. 165.
6. Гюль А.К., Фараджева А.Н. Распределение техногенных примесей в данных отложениях Бакинского архипелага. М.: Вестник Каспия, №1, 2010, с. 35-41.

TEKNOGEN AŞQARLARIN ŞİMALİ XƏZƏR SULARINDA YAYILMASI HAQQINDA

A.Q.GÜL, L.N.FƏRƏCOVA

XÜLASƏ

Teknogen aşqarların, xüsusilə neft karbohidratlarının Şimali Xəzər akvatoriyasında yayılmasının xarakterinə baxılmışdır. Onların artan göstəricilərinin Volqa və Uralın mənsəbünü

ərazilərinə (oblastına) uyğunluğu qeydə alınmışdır. Küləyin, axınların sürətinin, dalğanın gücünün artması ilə əlaqədar olaraq hövzə kəsiminin dərinliyi boyu maddələrin konsentrasiyalarının enməsi aşkar edilmişdir. Aşkar miqdarı ilə dibin çirklənmə mənbəyi kimi dispersiyalığı və fiziki xassələri arasında əlaqə müəyyənləşdirilmişdir.

THE DISTRIBUTION OF TECHNOGENIC ADMIXTURES IN THE WATERS OF THE NORTH CASPIAN

A.G.GUL, L.N.FARAJOVA

SUMMARY

The paper analyzes the distribution features of technogenic admixtures, oil hydrocarbons in particular, in the water areas of the North Caspian. The adaptation of their high significance to the mouth areas of the Volga and the Ural is noted. Concentration decrease was defined by section basin depth with an increase in wind speed, current and wave strength the connection of soils was determined as a centre for secondary pollution of marine environment.