

К ВОПРОСУ О ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

(по наблюдениям 1964—1965 гг.)

О. Г. Миронов

(Институт биологии южных морей АН УССР)

В настоящее время загрязнение морей и океанов увеличивается из года в год, причем наиболее интенсивно происходит загрязнение морской воды нефтью и нефтепродуктами. Это наносит значительный ущерб морской флоре и фауне [2, 4, 10 и др.].

В большинстве работ, посвященных загрязнению Черного моря, лишь указывается о загрязнении морской воды нефтью без определения его количественной стороны, что в значительной степени связано с трудоемкостью этого процесса. Перед проведением настоящей работы нами была разработана модификация метода люминесцентного определения нефти и нефтепродуктов в морской воде на основе люминесцентного анализа битумов, применяемого в нефтяной геологии [8]. Чувствительность этого метода позволяет определять содержание нефтепродуктов в количествах до 10^{-5} — 10^{-6} мл/л. Если принять для морских вод те же предельно допустимые концентрации нефтепродуктов, что и для пресных водоемов ($N \cdot 10^{-4}$ г/л), то для анализа можно ограничиться сравнительно небольшим количеством морской воды (50—500 мл).

При определении нефти указанное количество морской воды из пробы наливают в делительную воронку, куда затем добавляют 10 мл хлороформа. Воронку интенсивно встряхивают три раза по 1 мин с трехминутными интервалами. После разделения жидкостей хлороформ сливают в чистую пробирку (проверенную на люминесценцию). В делительную воронку добавляют новую порцию хлороформа, которая после проведения указанной операции суммируется с первой порцией. При концентрации нефти (нефтепродуктов) в морской воде 10^{-3} мл/л и ниже обычно бывает достаточно двух экстракций. При более высоких концентрациях нефти в морской воде количество экстрагирования необходимо увеличить, контролируя полноту извлечения нефти (нефтепродуктов) под

источником ультрафиолетовых лучей. Полученные экстракты сравнивают с эталонами в ультрафиолетовых лучах, при этом объем стандартов и хлороформенных вытяжек должен быть одинаковым. Эталоны готовят обычным последовательным разведением определенного количества нефти (нефтепродукта) в хлороформе. При этом, в зависимости от цели исследования, можно готовить шкалу стандартов любой градуировки. В связи с различными оттенками люминесценции нефтей шкалу стандартов следует делать из нескольких видов нефти и нефтепродуктов, например из мазута и двух-трех сортов нефти. Приготовленные стандарты запаивают. Время от времени шкалу нужно обновлять, так как под действием ультрафиолетовых лучей изменяется цвет люминесценции. Ультрафиолетовым источником обычно служит ртутно-кварцевая лампа ПРК-4 или ПРК-2 со светофильтром УФС-3. Удобно применять прибор для люминесцентного определения витаминов.

Известно, что в морской воде в незначительных количествах содержатся вещества, растворимые в хлороформе, сюда относятся также липиды фито- и зоопланктона. Количество планктонных организмов (в частности, фитопланктона) может значительно увеличиваться в периоды массового его развития (цветения), особенно в бухтах [7].

Для выяснения возможного влияния большого количества планктона в морской воде на люминесценцию при определении нефтепродуктов мы провели экстракции хлороформом монокультур различных представителей морского фитопланктона. Концентрации планктонных клеток в указанных опытах брали равными возможному количеству водорослей в морской воде в период цветения или несколько выше. Проведенные наблюдения показали, что наличие фитопланктона практически не создает помех при люминесцентном определении нефти и нефтепродуктов. Как указывает Р. С. Белова (цитировано по [8]) наличие в воде таких компонентов сточных вод, как сосновая смола, моча, моча с желчными пигментами, фекалии, казеин, желатина, животное масло и другие, не мешает определению нефти (нефтепродуктов), так как люминесценция этих веществ отлична от люминесценции нефти, растворенной в воде.

По изложенной методике были проведены исследования морской воды в различных пунктах акватории Черного моря. На рисунке показана схема пунктов, на которых отбирали пробы морской воды. Пробы брали с поверхности, а в прибрежных районах и в портах — с придонного слоя (на расстоянии 1 м от дна). В некоторых случаях проводили отбор проб донных отложений, в которых также определяли содержание нефти и нефтепродуктов. Как видно из рисунка, район наблюдений захватывал северо-западную часть Черного моря, район южной оконечности Крыма, некоторые порты Крымского и Кавказского побережья. Помимо этого были обследованы два порта на Азовском море.

Полученные данные показали, что распределение нефтепродуктов

на поверхности моря крайне неравномерно. В некоторых случаях наблюдается постепенное падение количества нефтепродуктов по мере удаления от порта (берега) в сторону открытого моря. Так, пробы морской воды, взятые с поверхности в районе порта Ильичевска, содержат $5 \cdot 10^{-4}$ г/л нефтепродуктов, у выхода из

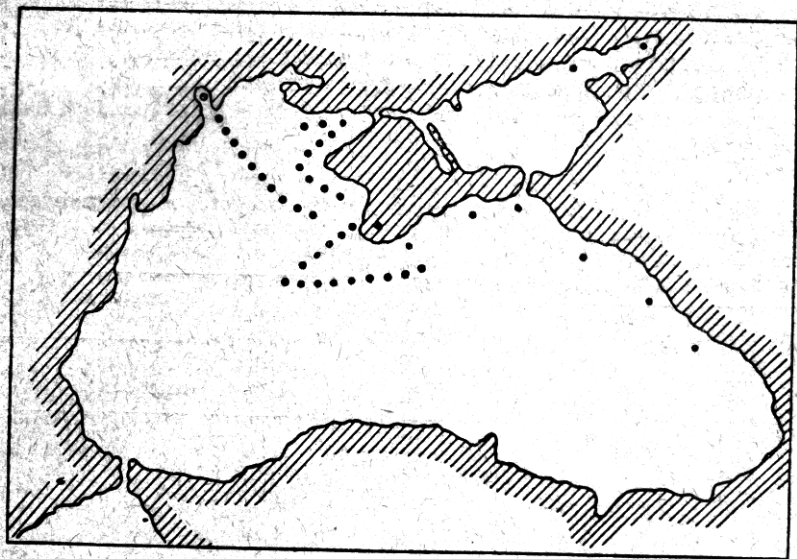


Схема станций по забору проб морской воды для анализа нефтепродуктов.

Днепровского лимана — 10^{-4} г/л, через 10 миль — $5 \cdot 10^{-5}$ г/л, а еще через 10 миль определить нефтепродукты в морской воде не удалось. Точно так же пробы морской воды, отобранные в Севастопольской бухте, а затем с интервалами через 1 милю по направлению к открытому морю, дали падение концентрации нефтепродуктов от 0,1 до 10^{-5} —0 г/л в 10 милях от бухты. С другой стороны, в районах, расположенных на расстоянии нескольких десятков миль от берега, обнаруживали концентрации нефтепродуктов в пределах 10^{-2} — 10^{-4} г/л, а в районах, непосредственно примыкающих к берегу, и даже в некоторых портах нефтепродукты в морской воде не обнаружены, что объясняется большой пятнистостью загрязнения. Например, даже в пределах одной небольшой акватории можно наблюдать колебания в содержании нефтепродуктов в поверхностном слое моря в пределах нескольких порядков величин, что особенно характерно для акватории портов. Максимальные величины, наблюдаемые нами в некоторых портах (в Севастополе, Новороссийске), составляли несколько граммов на 1 л нефтепродуктов. Такая неравномерность в значительной степени зависит от большой подвижности нефтепродуктов на поверхности моря, а

также от, в основном, залпового характера загрязнения нефтью. Следует отметить, что приведенные данные эпизодического определения количества нефти и нефтепродуктов в морской воде можно рассматривать лишь как сугубо ориентировочные, ибо интенсивность и районы загрязнения могут очень быстро изменяться во времени. Для более полной характеристики нефтяного загрязнения той или иной акватории необходимы систематические наблюдения за длительный период времени. Подобные наблюдения были проведены нами в одной бухте. Наблюдения проводились в два срока в 9 и 16 ч на протяжении сорока суток (табл. 1). Оценку вели по пятибалльной системе [9].

Таблица 1

Повторяемость загрязнения нефтепродуктами на поверхности Севастопольской бухты в баллах (число случаев)

Балл	9.00	16.00
1	8	4
2	12	16
3	14	15
4	4	3
5	2	2

Таблица 2

Содержание нефтепродуктов в поверхностном и придонном слоях прибрежной зоны некоторых районов Черного моря

Название порта	Глубина, м	Количество нефтепродуктов, г/л	
		на поверхности	у дна
Феодосия пункт а	12	$5 \cdot 10^{-2}$	0,1
	12	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$
» б	12	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Евпатория	8	0	0
Сочи	28	10^{-5}	$5 \cdot 10^{-5}$
Жданов	7	$5 \cdot 10^{-5}$	0
Таганрог	7	Сл.	10^{-5}

Как видно из данных табл. 1, поверхность изучаемой акватории практически всегда покрыта большим или меньшим количеством нефтепродуктов. Следует отметить, что пятибалльная система оценки предложена для характеристики загрязнения нефтью и нефтепродуктами пресных водоемов. Тем не менее в морской практике применение данной шкалы уже имело место [3]. Необходимо однако добавить, что при концентрации нефтепродуктов в морской воде ниже 10^{-2} г/л визуальные наблюдения мало пригодны, так как в этих случаях видимые изменения на поверхности моря под влиянием нефтепродуктов практически не заметны.

Известно [5, 11], что нефть и нефтепродукты, попавшие в воду, претерпевают изменения (нефтепродукты испаряются, эмульгируются, проникают в глубже лежащие слои воды, опускаются на дно). Поэтому по наличию нефти и нефтепродуктов на поверхности моря еще трудно судить о величинах загрязнения более глубоких слоев и, особенно, донных осадков, а следовательно, иметь полное представление о степени загрязнения акватории. В табл. 2 приво-

дятся данные одномоментного исследования морской воды, взятой с поверхности и в придонном слое на расстоянии 1 м от дна.

Судя по данным табл. 2, в большинстве случаев загрязнение нефтепродуктами захватывает значительную толщину морской воды.

О давности и стойкости такого загрязнения приморской акватории свидетельствует наличие нефти в донных осадках (если это не нефтеносный район). Систематическое загрязнение акватории нефтепродуктами приводит к значительному накоплению их в донных осадках: иногда насчитываются десятки процентов сухого веса донных отложений [1].

В связи с этим было изучено содержание нефтепродуктов в донных осадках ряда бухт, отличающихся по степени загрязнения (табл. 3).

Таблица 3

Содержание нефтепродуктов в донных отложениях
некоторых бухт

№ бухты	Структурная характеристика донных осадков (по [6])	Влажность, %	Количество нефтепродуктов, г на 100 г сырого веса донных осадков
1	Силт мелкий	47	2,7
2	» »	64	0,8
3	» »	68	0,5
4	Песок мелкий	23	0
5	Песок крупный + мелкий Гравий + битая ракушка	8	0

Как видно из данных табл. 3, загрязнение донных осадков нефтепродуктами отмечается у первых трех бухт, причем наиболее сильно загрязнены донные отложения в бухте № 1, где постоянно находится большое число судов. Наличие нефти в донных отложениях может быть фактором вторичного загрязнения поверхностных слоев моря как в результате бактериального окисления нефти [5], так и под влиянием механического взмучивания донных осадков.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. В настоящее время в Черном море широко распространено нефтяное загрязнение, которое регистрируется не только в прибрежных районах, но и на расстоянии десятков миль от берега.

2. Имеет место значительная пространственная пятнистость загрязнения акваторий нефтепродуктами. Максимальные величины загрязнения поверхностных слоев морской воды некоторых портов достигали концентрации нескольких граммов на литр морской воды.

3. Загрязнение моря нефтепродуктами отмечается в поверхностных и придонных слоях, а также в донных отложениях.

Автор выражает глубокую благодарность научным сотрудникам Института биологии южных морей АН УССР В. И. Зап., А. А. Гутник и Н. М. Куликовой и сотруднику БГМО ЧАМ Л. Ф. Ермаковой за помощь в сборе материала для настоящей работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеев Б. М., Велибеков М. И., Тендетник Я. М. Загрязнение Бакинской бухты промышленными сточными водами и мероприятия по ее санитарной охране. Санитарная охрана прибрежной полосы моря. К., 1959.
2. Алиев А. Д. К изучению бентоса Бакинской бухты. Гидробиол. и ихтиол. исследования на южном Каспии и внутренних водоемах Азербайджана. Баку, 1965.
3. Алякринская И. О. Экспериментальные данные о потреблении кислорода загрязненной нефтью морской воды. — Океанология, 1966, 6, 1.
4. Бабаев Г. Б. К фитопланктону западного побережья Южного Каспия. Гидробиол. и ихтиол. исследования на южном Каспии и внутренних водоемах Азербайджана. Баку, 1965.
5. Ворошилова А. А., Дианова Е. В. Окисляющие нефть бактерии — показатели интенсивности биологического окисления нефти в природных условиях. — Микробиология, 1952, 21, 4.
6. Кленова М. В. Геология моря. Гос. учпедиздат РСФСР, М., 1948.
7. Морозова-Водяницкая Н. В. Фитопланктон Черного моря. Ч. I. — Труды Севаст. биол. ст., 1948, 6.
8. Флоровская В. Н. Люминесцентно-битуминологический метод в нефтяной геологии. МГУ, 1957.
9. Руководство по коммунальной гигиене. Т. II. Под ред. С. Н. Черкинского. М., 1962.
10. George M. Oil pollution of marine organisms. — Nature, 1961, 192, 4808.
11. Zob'ell C. E. The occurrence, effects and fate of oil pollution the sea. Pergamon press, 1964.