

НЕФТЯНЫЕ КОНТАМИНАНТЫ В ЭКОСИСТЕМЕ МИРОВОГО ОКЕАНА

М.М. Моноушко

Одесский государственный экологический университет

г. Одесса, ул. Львовская, 15

E-mail: monuyshko@yandex.ua

Рассматривается состояние загрязнения акватории Северной части Атлантического океана нефтяными контаминантами (НК). Полученная в результате обработки информация позволяет оценить нефтяное загрязнение вод Северной Атлантики, влияние океанографических факторов на распределение НК в морской среде.

Введение. Последней фазой деградации нефти являются твердые углеводороды парафинового ряда, имеющие вид комков-агрегатов. Они обладают положительной плавучестью и распределяются в гипонейстали (поверхностном слое 0-25 см) морей и океанов.

Образование нефтяных контаминантов (агрегатов) из разлитой нефти на поверхности моря происходит следующим образом. В первые сутки и недели под воздействием температуры, влажности воздуха и силы ветра испаряются летучие фракции нефти, включая токсические ароматические углеводороды (примерно 1/3 массы), а растворимые ее компоненты (примерно 1/3 массы) выщелачиваются. По данным А. И. Симонова, процесс растворения нефти продолжается от 5 до 15 суток.

Нелетучие фракции нефти подвергаются химическому и бактериальному окислению. Бактериальное окисление - процесс довольно медленный: при температуре 10 °С и ниже нефть сохраняется в воде до 50 лет, а в умеренных широтах через неделю после поступления в море она остается на 50% недоокисленной. Представленные в остатках нефти соединения легко эмульгируются, образуя устойчивые нефтеводяные эмульсии повышенной вязкости. Эти эмульсии желто-коричневого цвета известны под названием «шоколадного мусса». В результате сложных физико-химических процессов, а также под влиянием микроорганизмов, растений и животных вязкость «мусса» повышается и начинается

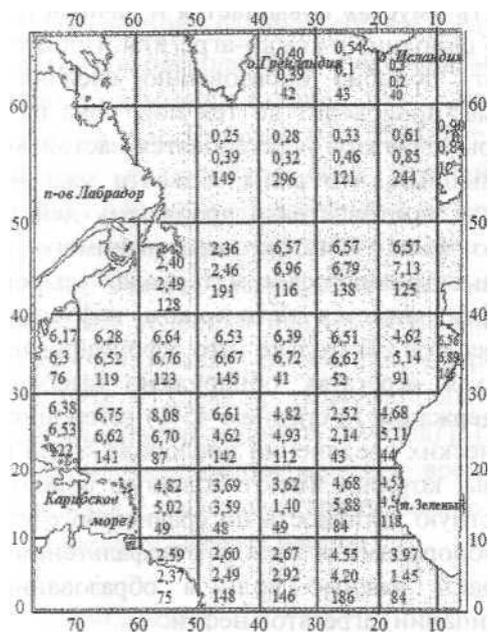
его слипание в комки-агрегаты. Процесс этот, подобно образованию снежного кома, происходит до тех пор, пока размеры агрегатов не становятся настолько большими, что силы вязкости уже не могут противостоять дробящему действию волн. Остаток нерастворимого и неветрившегося материала сырой нефти является источником нефтяных агрегатов. В только что сформировавшихся агрегатах обнаружено высокое содержание (в среднем 45%) гетероциклических соединений кислорода, азота и серы, которые имеют большую поверхностную активность по сравнению с углеводородами и наряду с асфальтенами играют важную роль в образовании (слипании) агрегатов нефти.

После испарения, окисления и растворения разлитой на поверхности моря нефти только 5 - 10% ее первоначального количества идет на образование нефтяных агрегатов. Они формируются также из отстоя сырой нефти при очистке танков танкеров.

Материалы и методы исследования. В работе использовались материалы наблюдений таких международных программ, как UNEP, Tasis, MARPOLMON, MARPOLMON-P, а также в рамках национальных программ «Мировой океан», «Черное море». Исходными данными являются данные натурных исследований НК за период 1976-1992 гг. Обработка и анализ информации проводился по длинным рядам наблюдений, заключенных в 10-ти градусных квадратах Маредена, причем концентрации загрязнения данной формой нефти были известны практически в каждом одноградусном квадрате.

Основная часть. Проведен расчет соответствующих статистических характеристик характеризующих пространственно-временную изменчивость состояния загрязнения НК Северной части Атлантического океана (рис. 1). Полученная информация служит для составления научных расчетов и обзоров о степени загрязнения нефтью, расчета динамики

загрязнения и оценки прогноза.



1. верхнее значение - средняя концентрация;
2. среднее значение - среднеквадратическое отклонение;
3. нижнее значение - число наблюдений

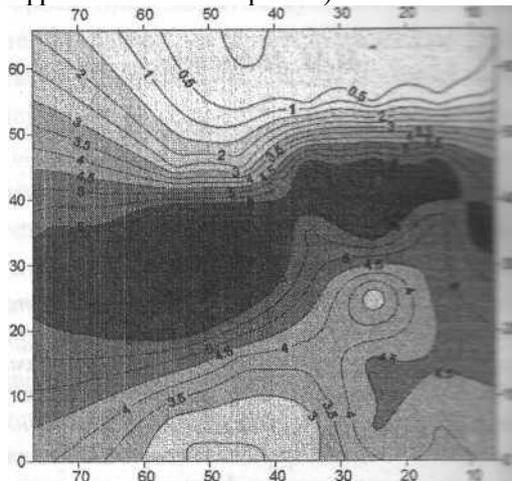
Р и с. 1 Средние многолетние значения нефтяных загрязнителей в 10-градусных квадратах Марсдена за период 1976 - 1992 гг:

отклонение;

3. нижнее значение - число наблюдений

В наблюдаемый период анализ данных показал достаточно широкий диапазон изменений в распределении НК по акватории Северной Атлантики. Нефтяные загрязнители встречаются во всех акваториях, включая береговую, шельфовую и открытую части океана (рис 2). Анализ результатов показывает значительные величины НК на поверхности в береговых зонах (рис. 2). В районе Африки концентрации НК изменяются в пределах 3,97 - 6,56 мг/м². Максимальные величины приурочены к Гибралтарскому проливу до 6,56 мг/м². По мере удаления от пролива величины загрязнителей уменьшаются и уже в районе Зеленого мыса зарегистрирована концентрация загрязнителей 4,52 мг/м². Именно в этом районе существует постоянный апвеллинг, где хорошо выраженный подъем воды с глубины уменьшает количество загрязнителей. В этом районе температура воды составляет 16-21°C во все периоды исследований. Район Африки является акваторией хронического и постоянно действующего загрязнения Северной части Атлантического океана

(районы добычи, транспортировки Африканского побережья).



Р и с. 2. Пространственное распределение нефтяных загрязнителей (нефтяных агрегатов) в Северной части Атлантического океана за период 1976-1992 гг

При рассмотрении достаточного количества многочисленных систем течений, противотечений, постоянно действующих круговоротов различного размера по акватории, установлена достаточно неоднородная картина в распределении НК. Значения количественных величин варьируют от 0,25 мг/м³ :с 8,08 мг/м². Воздействие квазистационарной системы циркуляции, плотностных сил на поверхности, и практически не разрушаемых НК определяет их нахождение по всей акватории. В последнее время по данным Бермудской биологической станции встречаются загрязнители времен Великой отечественной войны в значительных количествах, которые характеризуются коричневым цветом, что характерно для загрязнителей в которых распространены различные соединения многих металлов и других соединений за время пребывания и в морской среде за счет испарения, выветривания, выщелачивания, минерализации и т.д. Старение нефти на поверхности океана сопровождается многими изменениями в химическом составе причем элементы выщелачивания увеличиваются с высокими температурами тропической зоны Северной Атлантики Ветер также является одним из основных причин выветривания нефтяных загрязнителей. Отмечено, что после выветривания происходит увеличение процентного

содержания серы и асфальтенов пропорционально уменьшению массы сырой нефти. Содержание асфальтенов при выветривании увеличивается с 3 до 41%. С увеличением асфальтенов с числом атомов углерода от 18 до 22 контаминанты остаются сравнительно стабильными в течение многих лет. Плотность их становится велика и в дальнейшем они изменяют цвет, обрастают водорослями. Масса контаминантов оставляет до 20% массы тяжелой нефти, которая практически в дальнейшем разрушается в течение длительного времени. Именно нерастворимый и не выветрившейся материал сырой нефти является источником нефтяных агрегатов.

В основных макроэлементах квазистационарных системах Северной Атлантики, где существуют антициклонические гигантские, а также средние и малые круговороты практически все пространство Атлантического океана загрязнено НК в значительных величинах. Как известно скорости перемещения вод в центрах районов этих круговоротов весьма малы, траектории их движения как правило направлены к центру, что увеличивает количество нефтяных контаминантов, в некоторых случаях 4-6 мг/м², встречаемость более 60% от количества отловов. На периферии этих круговоротов скорости движения вод возрастают и перенос вод принимает характер постоянно действующих и вполне сформировавшихся течений. Количество нефтяных агрегатов в этих акваториях уменьшается. Встречаемость их 40- 50% по акватории. Абсолютные величины нефтяных контаминантов составляют 2,60-3,60 мг/м². Наибольшую изменчивость встречаемости НК зарегистрировано в субтропическом антициклоническом круговороте. В его южной периферии Северного Пассатного течения, постоянно направленного с востока на запад в полосе пассатов НК встречаются до 87%, причем абсолютные величины изменяются 3,60-4,80 мг/м². По мнению многих западных ученых, НК попадают в эту акваторию на практике при промывании во время балластных рейсов. Поэтому промывание танков обусловило основное загрязнение морских и океанических вод НК, которые затем разносятся по всему океану за счет гидрометеорологических факторов (течение, ветер, и т.д.). По мнению А. М. Рябчикова [1],

после научных исследований только от промывки нефти танков судов в море ежегодно поступает 3,5 - 4,0 млн. тонн нефти и парафинов. Подсчитано, что отстой сырой нефти балластных и промывочных вод танков танкеров на 20 - 50% идет на формирование нефтяных агрегатов [2]. Распределение НК связано с физико-химическим составом НК в морской среде. Свежая попавшая нефть в прибрежной акватории Африки (20 - 30 с.ш.) за счет течения переносится в сторону Американского континента, где образование НК происходит в течение некоторого времени, что увеличивает их величины в открытой части акватории, и уже на 50 - 60°з.д. обнаруживаются их максимальные величины до 8,08 мг/м². В Северных квазистационарных круговоротах величины НК изменяются в пределах 2,6 - 4,55 мг/м², причем минимальные величины зарегистрированы в западной части Северной Атлантики.

В систему Гольфстрим входит субтропическая антициклоническая и субполярная циклоническая водные массы называемые водами Гольфстрима (Северо-Атлантическая вода, воды Лабрадорского течения, воды Восточно-Гренландского течения, воды течения Ирмингера), что создает значительную неоднородность в распределении НК в этой акватории от 0,25 до 6,57 мг/м². Сами воды Гольфстрима достаточно загрязнены НК от 2,4 до 6,28 мг/м². В этой системе максимальные величины НК зарегистрированы в склоновых водах Северной Америки, где виден антропогенный фактор за счет загрязнения материка. Восточная часть южной ветви Гольфстрима, которая граничит с Саргассовым морем достаточно загрязнена НК, за счет меандрирования (образования местных замкнутых вихрей) в этих океанских течениях имеют место поперечные волны (меандры). Меандрирование течений дает начало образования резких фронтов, что отделяет Гольфстрим от Саргассова моря, где происходит накопление НК в значительных количествах до 9,89 мг/м². Также изменчивость системы Гольфстрим связана с отделением от основного потока в течение года от 14 до 20 циклонических и антициклонических вихревых образований, что влияет на распределение НК и в Саргассовом море. Изменчивость в распределении НК в этом море значительна, о

чем говорит размах изменений концентрации НК от года к году (табл. 1). Средние годовые величины концентраций НК лежат в пределах 5,68-9,89 мг/м².

В Северо-Атлантическом течении концентрации НК изменяются значительно. Особенно видна эта изменчивость в распределении НК в сезоны. Это связано с изменением положения субполярного фронта в различные сезоны, когда общее динамическое состояние вод здесь определяется в основном геострофическими, дрейфовыми течениями и процессами турбулентного и конвективного перемешивания.

Американскими учеными подсчитаны величины нахождения НК на поверхности в Саргассовом море. Площадь Саргассова

моря составляет $7 \cdot 10^{12}$ м². По данным Morriss, величина в 1972 году НК составляла 13 мг/м², что составляет $91 \cdot 10^3$ т, а в 1973 г. средняя величина составляла 10 мг/м², что составляет $70 \cdot 10^3$ т нефтяных контаминантов по всему Саргассовому морю.

Проведен анализ и обработаны величины НК полученные в рамках Международной программы МАРПОЛМОН-Н, а также Национальной программы «Разрезы», производимой ГОИН с 1974 по 1986 гг. Анализ данных показал, что наибольшие величины НК встречаются в Саргассовом море (табл.1).

Т а б л и ц а !

Содержание нефтяных кони

(НК) в Саргассовом море

Годы исследований	ГПП (мг/м ²)	тах (мг/м ²)	Среднее содержание (мг/м ²)	Суммарное количество НК (тонны)
1974	0,9	22,0	6,62	46310
1975	1,2	24,0	6,80	47600
1976	1,6	24,0	6,75	47250
1977	1,8	24,0	5,68	39760
1978	1,8	28,0	6,71	76970
1979	1,9	27,0	7,01	49070
1980	2,0	21,0	8,07	56490
1981	2,3	24,0	9,02	63110
1982	2,3	26,0	9,50	66500
1983	2,6	26,0	9,57	66900
1984	2,6	32,0	9,89	69230
1985	2,6	30,0	9,70	67900
1986	1,8	29,0	9,75	67250

Характерной особенностью является изменение величин НК в пределах $39,8 \cdot 10^3$ - $69,2 \cdot 10^3$ тонн. Некоторое уменьшение НК связано с открытием Суэцкого канала (1975 г). Саргассовое море - застойный центр ассиметрической замкнутой антициклонической циркуляции, что обуславливает увеличение НК. В связи с этим Саргассово море является аккумулятором (catch-all-захватываю все), халистатической областью океана, где происходит концентрация различного рода плавающих объектов, и НК в том числе из-за практического отсутствия течений. Сформированные агрегаты имеют темно-серый цвет, что подтверждает длительность их нахождения в морской среде.

Вывод. Проведенные исследования показали, что НК распределяются и переносятся на огромные океанические акватории главным образом под влиянием

ветров и морских течений, проникая далеко на периферию от мест их поступления и концентрируясь в круговоротах различного типа и происхождения. Отдельные районы Северной Атлантики (Саргассово море, прибрежная акватории Африки, район Гибралтарского пролива склоновые воды Гольфстрима) характеризуются чрезвычайно высоким загрязнением данной формой нефти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябчиков А.М. О загрязнении природной среды нефтью - Сер. География, 1974.
2. Себастьян А. Герлах. Загрязнение морей. Л.: Гидрометеиздат, 1985 - 262 с.