

ЗАГРЯЗНЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТАМИ СУХУМСКОЙ АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Экба Я.А., Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик, Россия
Дбар Р.С., Абхазский государственный университет, Сухум, Абхазия
Гицба Я.В., Гидрофизический институт АН Абхазии, Сухум, Абхазия

В табели о рангах загрязнения Мирового океана, как по масштабам, так и биологическим последствиям, на первом месте стоят нефть и нефтепродукты. Опасность усугубляется тем, что нефть с каждым годом продолжает занимать все большее место в мировой экономике. Добыча и транспортировка ее все время растут. Опасность нефти и нефтяных углеводородов для морской среды обусловлена широкомасштабностью и практически непрерывностью их поступления в морскую среду обитания.

С вышеизложенных позиций и в плане нефтяного загрязнения юго-восточные и восточные участки шельфа Черного моря представляют бесспорный интерес по ряду соображений: во-первых, это район дислокации центров по переработке и транспортировке нефти (Новороссийск, Туапсе, Супса, Батуми), во-вторых, это зона повышенной биологической продуктивности, место нагула, зимовки и обитания многих ценных видов рыб; в-третьих, этот регион Черного моря располагает бесценным рекреационным потенциалом (Мазманиди, 1997).

СВОЙСТВА РАЗЛИТОЙ НЕФТИ

Нефтепродукты поступают в моря и океаны из естественных выходов, в результате сброса неочищенных промышленных вод, аварий танкеров и судов других типов, из-за потерь происходящих при добыче нефти в шельфовой зоне. Мощным источником нефтяных загрязнений является морской транспорт. По последним оценкам (Гидрометеорология..., 1996) в результате деятельности морского транспорта в моря и океаны ежегодно попадает около одного миллиона тонн нефтепродуктов. В результате бурения в шельфовых областях в океан каждый год попадает примерно 1,5 млн. тонн нефти. Общее ежегодное поступление нефти оценивается в 10 млн. тонн.

Масштабы нефтяных загрязнений в различных районах Мирового океана, неодинаковы. Особенно велики нефтяные загрязнения в прибрежных зонах, в гаванях, вблизи крупных промышленных городов, в районах оживленных морских перевозок, в особенности там, где транспортируется большое количество нефти.

При перевозке каждой тонны нефти в среднем теряется 87 г, а при добыче тонны нефти на буровых платформах – 72 г, при погрузке и выгрузке тонны нефти теряется 22г.

Нефтепродукты, попавшие на поверхность моря, достаточно быстро растекаются, образуя slick. В течение длительного времени пролитая нефть существует на поверхности воды в виде пленки. По прошествии некоторого времени толщина пленки уменьшается от нескольких сантиметров до 1-0,1 мм. Далее происходит выветривание легких фракций и их частичное растворение в воде. Через достаточно большой промежуток времени, нефть распространяется на очень большую поверхность. В результате ветрового волнения нефть постепенно перемешивается с водой, образуя эмульсии. Эмульсии, содержащие меньше 5% воды, внешне выглядят как неразбавленная нефть, а эмульсии с содержанием 50-80% воды имеют желтовато-коричневый цвет и сохраняются в виде пленок толщиной более 1 мм. С течением времени пленка нефти разрушается окислением, частично за счет проникновения в толщу воды.

Нефть представляет собой, в основном сложную природную смесь углеводородов, а также веществ с сернистыми, кислородными соединениями. При сжигании ее в золе остается незначительное количество отдельных металлов (Руководство ..., 1977).

В нефти определено и отчасти выявлено 250 индивидуальных сернистых соединений. Сосредоточены они преимущественно в тяжелых высококипящих фракциях с температурой кипения выше 370°C.

Химический состав нефти пока еще полностью не известен. На сегодня в ней установлено более 400 индивидуальных углеводородов и около 400 углеводородов, содержащих серу, азот и кислород.

Токсичность нефти во многом определяется ее составом и физико-химическими свойствами. Подавляющее большинство исследователей связывают токсичность нефти, в первую очередь с растворенными нефтепродуктами.

В последние годы все большее число исследователей говорят о том, что при токсикологических исследованиях с гидробионтами основное внимание должно быть обращено на водорастворимые компоненты нефти, а среди них на группу летучих ароматических углеводородов.

Углероды, присутствующие в нефтях, то есть в нефтепродуктах, при поступлении в морскую воду могут:

- испаряться с поверхности и поступать в атмосферный воздух;
- растворяться в воде и распространяться с нею;
- оседать на дно и накапливаться в донных отложениях;
- накапливаться гидробионтами;
- подвергаться диспергации.

Большую роль в изменении нефтяного пятна играет испарение его с поверхности водоема. Скорость процесса испарения очень изменчива. Она зависит от многих факторов: типа нефти, толщины пленки, силы действия волн, ветра, температуры и т.д. Наиболее интенсивное испарение идет в первые часы после разлива нефти. В зависимости от температуры воздуха с поверхности воды теряется за первые сутки до 80,4% бензина, 22% керосина, примерно 0,3% мазута.

С водой ни нефть, ни углеводороды не смешиваются. Их взаимная растворимость не превышает сотых долей процента.

Ведущая же роль в процессах самоочищения моря от нефти принадлежит биологическому фактору. В Мировом океане насчитывается более 100 видов разлагающих нефтепродукты бактерий способных использовать ее в качестве источника углерода и энергии.

Разлитая нефть в течение 40-100 часов образует пленку толщиной $1 \cdot 10^{-4}$ см, которая затем исчезает с поверхности моря в течение 24 часов. Лабораторными методами установлено, что пленки толщиной до $7 \cdot 10^{-8}$ см будут существовать не более 5 часов. Нефтяная пленка в море может существовать в течение длительного времени и в конечном итоге скапливаться на побережье. Опыты по скорости растекания нефти (Нельсон-Смит, 1977) привели к выводу, что при скорости ветра свыше 3 миль в час (1,36 м/с) небольшие компактные участки нефти перемещаются быстрее, чем растекаются. По мнению специалистов, растекание пролитой нефти играет большую роль в загрязнении берега, чем ее механический перенос под действием ветра, течений, отливов и приливов. Действие приливов и отливов в значительной степени взаимно погашается в связи с их периодичностью, более существенное влияние в данном случае оказывает ветер.

Ветер, срывающий нефтяные капельки с гребней морских бурунов или ударяющих о берег волн с образованием аэрозоля может оказывать существенное

влияние на испарение выносимых с поверхности моря капелек нефти, что проявляется в уменьшении объема плавающего slicka. Остаток нефти (битумная фракция) после испарения благодаря выщелачиванию и другим физическим и химическим процессам становится более плотным, чем исходная нефть, вследствие чего легко тонет (Нельсон-Смит, 1977).

Скорость окисления нефтепродуктов в донных отложениях зависит от характера грунтов: наиболее интенсивное окисление происходит в илистых грунтах, далее в порядке убывания следуют песчано-ракушечные и глинистые (Мазманиди, 1997).

ВЛИЯНИЕ НЕФТИ НА МОРСКИЕ ОРГАНИЗМЫ

С целью изучения токсичного действия нефти на морские организмы проводились многочисленные исследования (Герлах, 1985)

При сильном разливе нефти наиболее очевидным оказывается ее механическое действие на среду. Тяжелые фракции и эмульсии в виде "мусса" загрязняют или покрывают поверхность берегов или узкие расщелины, препятствуя движению, дыханию и питанию мелких животных (Нельсон-Смит, 1977).

Точно установлено, что чувствительные организмы могут пострадать даже при содержании 1 мг нефти или 1 мкг растворимых компонентов в 1 л морской воды (Герлах, 1985).

Мелкие водоросли также могут покрываться коркой нефти, которая их утяжеляет, и они обламываются под действием волн. Морские животные, покрытые слизистой пленкой, или водоросли под слоем клейкого слизистого ила плохо смачиваются тонкослойной или неэмульгированной нефтью. Однако нефть может прилипать к роговым оболочкам животных, к некоторым водорослям, растущим около уреза воды и ко многим растениям на суше, а также проникать в перья и пух.

Помимо непосредственного влияния на морские организмы, проявляющегося либо в механическом воздействии на их внешнюю структуру, либо в затруднении нормального хода большинства основных биохимических процессов, разлитая нефть может полностью изменить структуру природного сообщества, нарушая давно установившееся равновесие в окружающей среде. Животные в той или иной мере приспособлены к защите от обычных опасностей, которая таит в себе окружающая среда, но эти защитные свойства могут не реагировать в полной мере на неожиданный контакт с инородным материалом, в частности с нефтью.

Разлив нефти оказывает непосредственное или косвенное влияние на экономику коммерческого промысла ракообразных животных и рыбы. Морская рыба, если она больна или загрязнена нефтью, становится нетоварным продуктом, к тому же его уловы могут вообще прекратиться в связи с уходом рыбы с обычных мест обитания.

В странах, где рыба является основным источником белкового питания людей, таких как Португалия или острова Дальнего Востока, снижение ее запасов отрицательно сказывается на здоровье значительной части населения. Нефть, разумеется не единственный загрязнитель моря, однако в настоящее время это наиболее серьезный вид загрязнения.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ В СУХУМСКОЙ АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Основными источниками загрязнения поверхностных вод моря в районе Сухума являются: городская канализация, автотранспорт, АЗС, рыбзавод, кожзавод. Наибольшее количество нефти с суши поступает в море по рекам вместе с грязью, смываемой с городских территорий. Также источником загрязнения поверхностных вод Черного моря является морской транспорт.

Наблюдения за содержанием НУ в морской воде проводились в следующих пунктах прибрежной зоны Сухума: сухумская бухта, район Диоскурии, центральный причал, медицинский пляж (Синоп), ГИАНА. Пункты наблюдений выбраны исходя из степени загрязненности в результате антропогенной деятельности. Сухумская бухта, район Диоскурии и центральный причал наиболее сильно подвержены загрязнению сточными водами и морским транспортом. Синоп и ГИАНА находятся в противоположных концах города и наименее подвержены антропогенному воздействию. Отбор проб осуществлялся как в прибрежной зоне, так и в акватории. Пробы брались каждые две недели: в начале, середине и конце месяца.

Так как на концентрацию нефтеуглеродов существенное влияние оказывают метеорологические условия, то осреднение данных проводилось за значительный период (не менее одного месяца и сезон).

Распределение нефтеуглеродов (НУ) с 1998 по 2002 гг. определялось также на некотором расстоянии от берега в центральной части акватории сухумской бухты.

В данной работе представлены результаты наблюдений за загрязнением морской акватории Абхазии нефтепродуктами в период с 1998 по 2002 гг. Для сравнения приводятся данные (Практическая экология..., 1990) за период с 1982 по 1986 гг.

Наблюдения за распределением НУ в разных прибрежных пунктах Сухума проводившиеся в 1998-2002 гг. показывают (табл. 1), что наименьшая средняя концентрация НУ наблюдается в водах медицинского пляжа (0,1 мг/л). Наибольшая концентрация НУ наблюдается в районе Диоскурии (0,2 мг/л).

Таблица 1
Сезонное распределение нефтепродуктов в сухумской акватории Черного моря в 2001 г.

Месяц	Сух бухта	Диоскурия	Цен.прич.	Синоп	ГИАНА	Средний
	0,11	0,16	0,16	0,1	0,01	0,11
II	0,08	1,49	0,28	0,29	0,15	0,46
III	0,07	0,29	0,28	0,16	0,25	0,21
IV	0,19	0,14	0,15	0,08	0,17	0,15
V	0,48	0,15	0,45	0,23	0,9	0,44
VI	0,15	0,15	0,12	0,2	0,0	0,12
VII	0,05	0,42	0,0	0,35	1,54	0,47
VIII	0,05	0,05	0,07	0,05	0,11	0,07
IX	0,17	0,16	0,18	0,05	0,15	0,11
X	0,1	0,0	0,16	0,09	0,08	0,09
XI	0,05	0,1	0,18	0,05	0,08	0,09
XII	0,11	0,05	0,19	0,06	0,05	0,09
Средний	0,13	0,25	0,19	0,13	0,03	

Распределение нефтепродуктов рассматривалось кроме Сухума также в некоторых других пунктах побережья Абхазии. Наименьшее количество нефтеуглеводородов наблюдается в водах центрального пляжа пос. Пицунда, минимум которого приходится на сентябрь (0,05 мг/л), максимум на июль (0,39 мг/л). Наибольшее количество нефтеуглеводородов концентрируется в устье реки Гудоу (г. Гудаута), максимальное количество которого приходится на август (1,0 мг/л), минимальное на октябрь – 0,2 мг/л. Максимальное количество нефтеуглеводородов на центральном пляже пос. Агудзера наблюдается в августе – 0,96 мг/л, минимальное в июле – 0,2 мг/л.

Распределение нефтеуглеводородов в морской акватории Сухума показывает, что наибольшая средняя концентрация наблюдается у береговой черты – 0,25 мг/л,

наименьшая концентрация в более отдаленной от берега части, т.е. в 5 км от берега и составляет 0,12 мг/л.

За весь период наблюдения наибольшая концентрация нефтеуглеводородов приходится на 1998 г. (рис. 1), среднее значение составляет 0,5 мг/л, после этого года количество нефтеуглеводородов уменьшается и достигает минимального значения в 2002 г. (0,14 мг/л). В промежутке с 1982 по 1986 гг. минимальное значение наблюдалось в 1983-1984 гг. (0,14 мг/л), максимальное – в 1985 г. (0,35 мг/л).

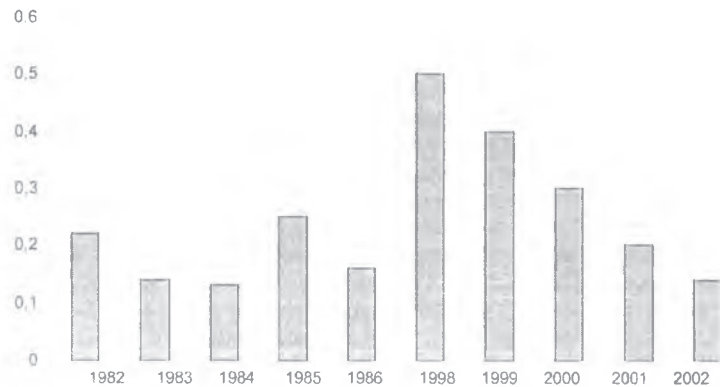


Рис. 1. Годовое распределение средних значений концентрации нефтепродуктов (НУ)

Для сравнения, средние многолетние концентрации НУ в порту г. Сочи (Гидрометеорология..., 1996) составляют: в поверхностном слое 0,15 мг/л, в придонном 0,11 мг/л. За период наблюдений средние годовые концентрации НУ в порту г. Сочи изменялись в пределах 0,05-0,24 мг/л. В последние годы средние концентрации НУ в сухумской акватории и в порту Сочи имеют близкие значения.

Сезонные колебания концентрации нефтеуглеводородов рассматривались по измерениям 1986 года и с 1998 по 2002 г. Исходя из анализа представленного материала, можно сделать вывод, что четко выраженного сезонного распределения НУ в акватории Черного моря не наблюдается. Однако, чаще всего, максимальные значения НУ у побережья Абхазии отмечаются в феврале-марте, июне-июле и октябре-ноябре (рис. 2).

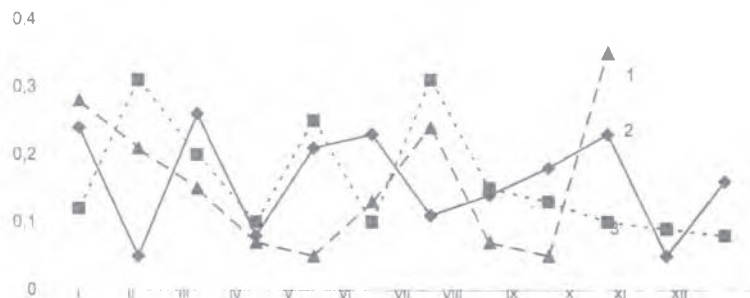


Рис. 2. Сезонное распределение нефтепродуктов
1 – порт Сочи, 2 – акватория порта г. Сухум (1986), 3 – порт г. Сухум (2001-2002).

Минимальные концентрации наблюдаются зимой – декабрь-январь и весной – в апреле.

В работе делается попытка оценки зависимости сезонного распределения нефтеуглеводородов от скорости нагонных ветров (рис. 3).

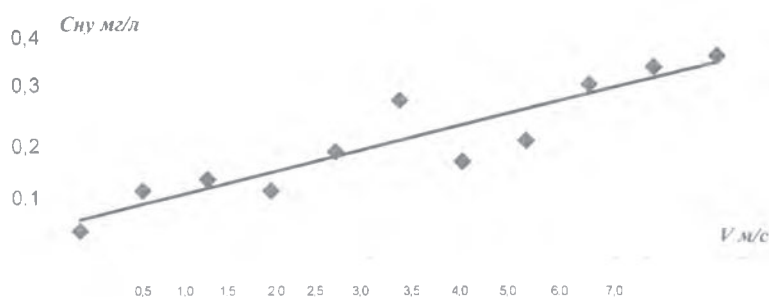


Рис. 3. Зависимость осредненных концентраций нефтепродуктов (НУ, мг/л) от скорости нагонных ветров (м/с)

Из графика следует, что между концентрацией нефтепродуктов и скоростью ветра, в основном, существует прямая зависимость. С увеличением скорости ветра (особенно южного и юго-восточного направления) концентрация нефтепродуктов увеличивается. Видимо, под влиянием ветра и волнения моря усиливаются нагонные процессы, препятствующие распространению НУ в открытое море, что приводит к накоплению их у береговой черты.

Из сказанного выше следует, что среди множества факторов влияющих на концентрацию нефтеуглеводородов в прибрежных зонах моря наиболее важным, после источника загрязнения, оказывается ветровой режим, т.к. в периоды наблюдения максимальных концентраций НУ, скорость ветра и волнение моря наибольшие, за исключением летнего периода. В летний же период, по-видимому, происходит наибольшее загрязнение акватории морским транспортом в связи с его интенсивным использованием в курортный сезон.

Следует отметить, что кроме указанных факторов существенную роль на увеличение концентрации нефтеуглеводородов оказывает квазистационарная циклоническая циркуляция вод в юго-восточной части Черного моря. Юго-восточная акватория Черного моря – район Поти и Батуми, являются самыми загрязненными среди прибрежных районов Черного моря, после Одесского залива (Практическая экология., 1990). Основными источниками загрязнения здесь являются промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды и морской транспорт.

Ежегодно предприятиями и организациями этих городов в море сбрасывается более 17 млн. м³ сточных вод, большая часть которых поступает в море без очистки. Со сточными водами в море ежегодно поступает более 86 т НУ, кроме того, в Батумской бухте и Супсинском терминале ежегодно фиксируются несколько случаев разлива нефти. Все это формирует высокий уровень загрязнения вод в прибрежном юго-восточном районе моря. Средняя многолетняя концентрация НУ в районе Батуми составляет 0,3 мг/л, максимальные значения достигают 24 мг/л. (Практическая экология., 1990; Гидрометеорология., 1996).

Таким образом, на основании анализа представленных материалов выявлено:

Основным источником загрязнения поверхностного микрослоя (ПМС) моря в районе Сухума являются бытовые стоки, автозаправочные станции (АЗС) и морской транспорт. Интервалы внутрисезонной изменчивости средних концентраций НУ для районов Сухума и Сочи близки.

Абсолютные максимумы концентрации НУ по Сухуму составляют 1,9 мг/л и наблюдаются летом, в Сочи максимальные концентрации НУ достигают 1,2 мг/л и наблюдаются осенью.

Средние годовые значения концентрации НУ находятся в интервале 0,19-0,5 мг/л в Сухуме, для Сочи в интервале (0,05-0,24 мг/л).

Максимальные концентрации отмечались в районах прилегающих к прибрежной части моря, по мере удаления от береговой черты концентрация НУ в поверхностном микрослое (ПМС) уменьшается.

Сезонное распределение нефтеуглеродов существенно зависит от скорости нагонных ветров южного и юго-восточного направлений, которые препятствуют распространению нефтеуглеродов в открытое море.

Кроме указанных факторов, концентрацию НУ существенно увеличивает квазистационарная циклоническая циркуляция вод юго-восточной части Черного моря, перемещающая взвешенные фракции НУ с чрезмерно загрязненных портов Батуми и Супсы к берегам Абхазии.

ЛИТЕРАТУРА

Гидрометеорология и гидрохимия морей. Черное море. (под ред. Симонова А.И., Рябинина А.И.). Изд-во ЭКОСИ-Гидрофизика, 1996. Т. IV. Вып.3. С 50-55

Герлах С.А. Загрязнение морей. диагноз и терапия. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 263с

Мазманиди Н. Экология рыб Черного моря и нефть. Батуми: Изд-во Аджарка, 1997. 146с

Нельсон-Смит А. Нефть и экология моря. М.: Прогресс, 1977. 302 с.

Практическая экология морских регионов (под ред. Кеонджана В.П., Кудина А.М., Терехина Ю.В.). Киев: Наукова думка, 1990. 252 с.

Руководство по методам химического анализа морских вод. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 204 с.