

УДК 574:629.12.06:628.33/35

**О ЗАГРЯЗНЕНИИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ОХОТСКОГО МОРЯ**

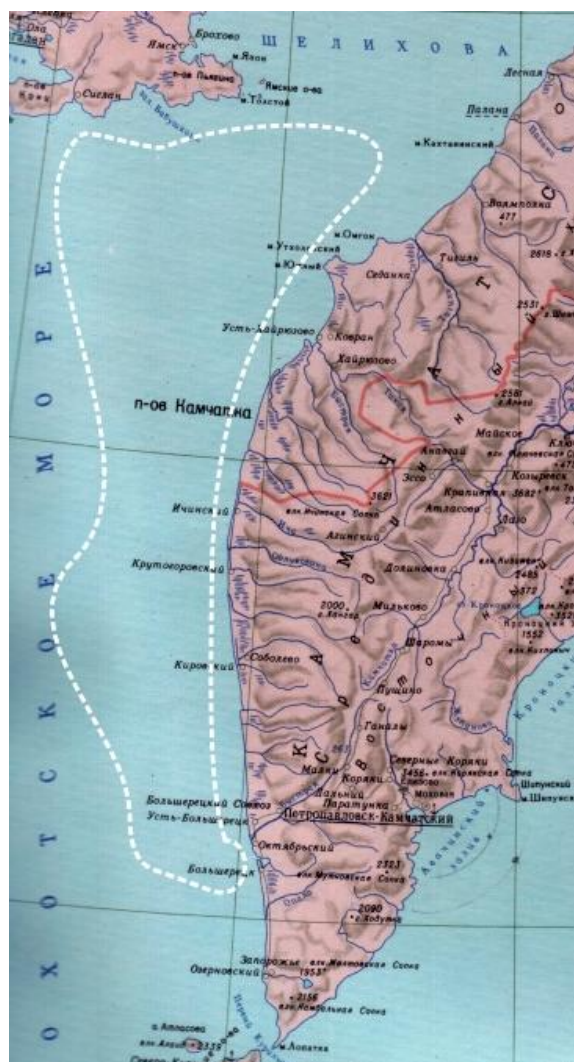
Исаков А.Я., – д.т.н., профессор  
*Камчатский государственный технический университет*  
Касперович Е.В., – аспирант  
*Спецморинспекция МПР России*

Приведены результаты исследования фракционного и химического состава льяльных нефтесодержащих вод крупнотоннажных судов флота рыбной промышленности. Показано, что традиционные способы очистки малоэффективны и не позволяют получать продукты безвредные для окружающей среды и готовые к повторному использованию в качестве топлива.

The result of research fraction and composition of oily bilge water of fishing industry super-ships are given. It's shown, that traditional treatment methods have a restricted effect and do not allow to obtain environmentally sound products and ready to reuse as fuel.

Охотское море, не в пример Чёрному, Азовскому, Балтийскому, Средиземному, Яванскому, Японскому и Карибскому морю не числится пока в списках самых экологически проблемных акваторий, однако его биологическая уникальность и значимость для сохранения многих видов гидробионтов требует самого пристального внимания к состоянию этого района Камчатского шельфа [1]. Трудно отыскать на Земле ещё одно море, где бы был столь насыщен и биопродуктивен подводный мир. Достаточно вспомнить, что именно в Охотском море добывается наибольшее количество высококачественных естественных, экологически чистых видов морепродуктов, которые пользуются высоким спросом, как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Основными источниками загрязнения промысловых районов Охотского моря в настоящее время являются морские транспортные средства, преимущественно суда рыбопромыслового и транспортного флота. На примере о. Сахалин допустимо предположить, что в связи со скорым началом добычи нефти на Камчатском шельфе, вопросы, поднимаемые в этой статье, потеряют всякую актуальность ввиду несопоставимости антропогенного воздействия на окружающую среду флота и буровых установок.



*Рис. 1. Зоны наиболее активного промысла в Охотском море*

Несмотря на значимость Охотского моря для добычи гидробионтов, до настоящего времени не произведена его таксация, т.е. не установлена рыбохозяйственная ценность и категория, как водного объекта, которые определяют особые условия сброса загрязняющих веществ. Используемый «Водный кодекс» регламентирует вредные выбросы, включая отходы горюче-смазочных материалов только для стационарных объектов (статья 49), что не применимо для судов флота рыбной промышленности и прочих транспортных средств, которые в течение промысловых рейсов, неоднократно меняют своё местоположение. В этой связи судовладельцы получают лицензию на водопользование вообще, а не для какого-то конкретного района.

На рис. 1 пунктирной линией выделена область, где в течение года концентрируется наибольшее количество добывающих судов, число которых, например, во время зимней минтаевой путины может достигать по данным Камчатского центра мониторинга и радиосвязи до 1000 единиц. Так, например, в 2003 г. на промысле находилось 8136 судов различного тоннажа, в 2004 г. – 8155 судов, а в 2005 г. уже 9277 судов. Максимальная концентрация судов была зафиксирована посредством спутниковых наблюдений на Западно-Камчатскую и Серероооотоморскую подзону.

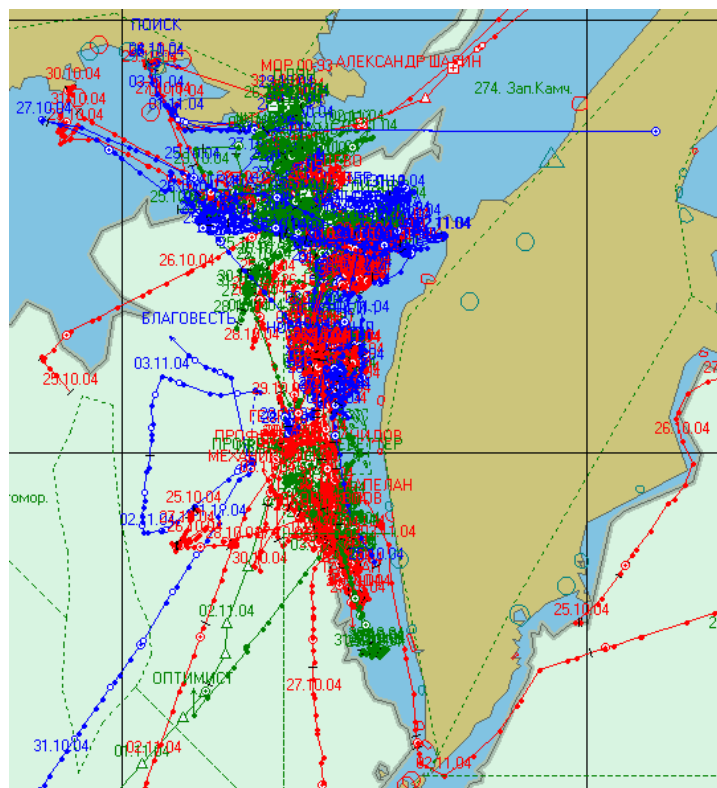


Рис. 2. Промысловая миграция 3 крупнотоннажных судов на Западном побережье

На рис. 2 в качестве примера приведен результат спутниковых наблюдений за перемещением трёх крупнотоннажных добывающих судов (данные любезно предоставлены Камчатским региональным центром мониторинга и радиосвязи). Как было показано ранее [2], наибольшую антропогенную нагрузку на окружающую среду создают выбросы нефтесодержащей льяльной во-

ды, которые сбрасываются, как правило, после отстаивания, минуя средства очистки. С целью оценки экологических параметров судов флота рыбной промышленности, были исследованы параметры льяльных вод 50 крупнотоннажных судов в стояночном режиме, базирующихся в г. Петропавловске-Камчатском. Пробы брались из-под пайол с помощью насоса сепаратора льяльных вод. На рис. 3 показан объёмный состав одной из проб льяльной воды для судна типа БАТМ пр. 1288, которая отстаивалась в лаборатории с течение 10 суток. Как видно по мерной сетке, нанесённой на стеклянный цилиндр, в результате седиментации только 36% объёмного содержания пробы можно условно считать «чистой» (нижние слои). Остальные 64% объёма являются устойчивой прямой и обратной эмульсией воды и горюче-смазочных веществ.

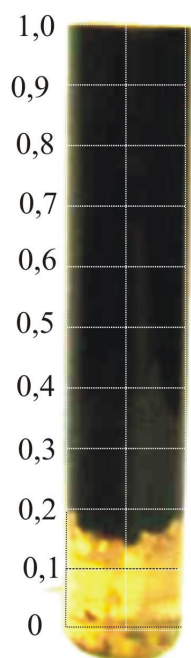


Рис. 3. Седиментация льяльной воды

На рис.4 показан

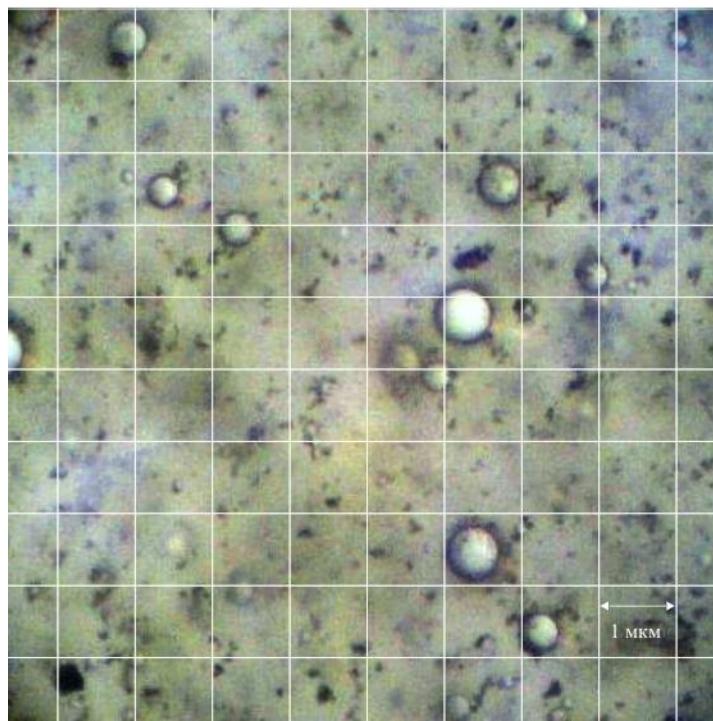


Рис. 4. Дисперсный состав льяльной воды

дисперсный состав эмульсии воды в отходах топлив и масел. Светлые сферические образования соответствуют включениям воды, размер которых не превышает 1,5 мкм. Помимо отходов мазута, дизельного топлива и масел в исследуемой пробе содержались твёрдые включения (затемнённые фрагменты)

Как показали измерения, эмульсия рассматриваемой пробы состоит примерно из 60 % отходов ГСМ и 40% воды. Таким образом, после длительного отстаивания в каждом кубическом метре эмульсии содержится 0,24 м<sup>3</sup> воды. Чтобы разделить такую эмульсию на «чистую» воду и нефтяную компоненту необходима внешняя энергия порядка

$$E = \iint_S (\sigma_w - \sigma_F) dS, \tag{1}$$

где  $\sigma_w$ ,  $\sigma_F$  – коэффициенты поверхностного натяжения воды и топлива.

Если предположить, что эмульсия монодисперсна со среднеарифметическим диаметром капель воды  $\langle d_w \rangle \cong 1$  мкм, то уравнение (1) можно переписать в виде

$$E \cong \sigma_{w/F} S_{\Sigma} = N\pi < d_w >^2 \sigma_{F/W}, \quad (2)$$

где  $S_{\Sigma}$  – площадь всех капель,  $\sigma_{w/F} \cong 4,7 \cdot 10^{-3}$  Н/м – коэффициент поверхностного натяжения на границе нефть – вода,  $N$  – количество капель воды в рассматриваемом объёме эмульсии, т.е.  $N = V_w/V_1 \cong 7,3 \cdot 10^{17}$ , где  $V_1 \cong \pi < d_w >^3/6 \cong 3 \cdot 10^{-19}$  м<sup>3</sup> – объём одной капли воды. Таким образом, чтобы разделить единицу объёма эмульсии необходимо от внешнего источника ввести энергию  $E_{\Sigma} \cong 1 \cdot 10^4$  Дж. Другими словами, полное разделение воды и нефтеотходов средствами, имеющимися на судах флота рыбной промышленности (отстойники и сепараторы), не представляется возможным. В этой связи, при сбрасывании льяльных вод после отстаивания и сепарации проблему загрязнения акватории не решает. На рис. 5 приведены усреднённые по 50 пробам результаты анализа льяльных вод судов различного класса после их длительного (более 2 месяцев) лабораторного отстаивания. Нефтепродукты в данном случае представляют собой множественную эмульсию отходов ГСМ и воды.

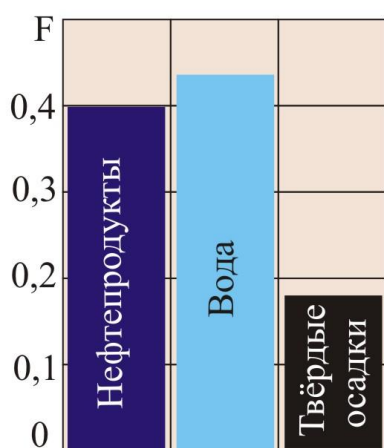


Рис. 5. Распределение фракций в отстаившихся льяльных водах

Данные химического анализа льяльных вод представленные в табл. 1, показывают, что нефтяные фракции верхнего слоя льяльных вод состоят в основном из дизельного топлива, мазута и смазочных материалов. Следует отметить, что в верхних слоях отстаившихся льяльных вод достаточно часто наблюдается присутствие воды с виде линз, на поверхности которых адсорбирована твёрдая фракция загрязнений, что препятствует их погружению в нижние слои ёмкости даже при длительных стоянках судна. Последнее обстоятельство не позволяет без специальной обработки использовать верхние слои отстоя в качестве топлива даже для вспомогательных котлов, имеющих далеко не

прецизионную топливную аппаратуру. Однако, будучи превращённым в мелкодисперсную эмульсию в специальных аппаратах, такое топливо может быть утилизировано в судовых условиях [3].

Таблица 1

Наименование показателя	Усредненная объёмная концентрация загрязняющих веществ в выбросах с судов		ПДК
	Льяльные воды	Воды технологических помещений	
Взвешенные вещества, мг/л	291	29,58	57,25
Азот аммонийный, мг/л	0,5	4,53	2,26
Нитриты, мг/л	0,02	0,17	0,08
Нитраты, мг/л	0,03	0,547	40
Хлориды, мг/л	10372	6603	11900
Сульфаты, мг/л	157	872,36	3500
Фосфаты, мг/л	0,3	3,196	0,2
Сухой остаток, мг/л	-	9820	12000
АПАВ, мг/л	2,5	0,03	0,1
БПК <sub>5</sub> , мг/л	-	69,9	58,6
Железо, мг/л	-	1,2	0,05
pH	-	6,27	
Нефтепродукты	>20	-	0,05

Сбрасывание льяльных вод в водную среду тоже не допустимо, потому что по всем входящим в их состав вредным химическим элементам имеется существенное превышение ПДК [4].

### Литература

1. Израэль Ю.А., Цибань А.В. Антропогенная экология океана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 328 с.
2. Исаков А.Я., Исаков А.А. Природа и цивилизация. – Петропавловск-Камчат.: КамчатГТУ, 2006. 279 с.
3. Исаков А.Я. Утилизация нефтесодержащих вод в судовых условиях. – Петропавловск-Камчат.: КамчатГТУ, 2002. 253 с.
4. Исаков А.Я., Касперович Е.В. О химическом составе льяльных вод крупнотоннажных судов флота рыбной промышленности. Труды III международной конференции «Рыбохозяйственные исследования Мирового океана» (19 – 21 мая 2005 г. Владивосток). Владивосток, 2005.