

vizual'nogo nablyudeniya//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2019. № 4-3 (46). S. 91-95.

11. Antonov A.A., Studenikin D.E., Khekert E.V., Bidenko S.I. Clustering of environment in the deci-

sion support system for the preliminary plotting//Morskie intellektual'nye tekhnologii. 2018. № 4-2 (42). S. 145-149.

УДК 504+551. 465

DOI: 10.34046/aumsuomt97/18

РАСТВОРЕННЫЕ НЕФТЕПРОДУКТЫ И ИХ ИСТОЧНИКИ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ У ГЕРАКЛЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ЧЕРНОЕ МОРЕ, КРЫМ)

П.Д. Ломакин, доктор географических наук, профессор.

На основе данных пяти экспедиций, проведенных Морским гидрофизическим институтом, Институтом биологии южных морей и Институтом природно-технических систем (г. Севастополь) в 2004-2019 гг., выявлены источники, проанализированы пути распространения и структура полей концентрации растворенных нефтепродуктов у северного берега Гераклейского полуострова. Показано, что основные источники, загрязняющие рассмотренную акваторию растворенными нефтепродуктами, связаны с функционированием нефтяного терминала на мысе Манганари, Севастопольского морского рыбного порта в Камышовой бухте, и с эксплуатацией маломерного флота в бухте Омега. Влияние нефтяного терминала прослежено в бухтах Казачья, Камышовая, Абрамова.

Ключевые слова: растворенные нефтепродукты, загрязнение, структура вод, течения, Гераклейский полуостров, Черное море.

DISSOLVED OIL PRODUCTS AND THEIR SOURCES IN THE COASTAL WATERS OF THE HERACLES PENINSULA (BLACK SEA, CRIMEA)

P.D. Lomakin

Based on the data of five expeditions carried on by the Marine Hydrophysical Institute, the Institute of Biology of the Southern Seas and the Institute of Natural and Technical Systems (Sevastopol) in 2004-2019, sources, the pathways and structure of the concentration fields of dissolved oil products in bays near the northern coast Heracles Peninsula are analyzed. It is shown that the main sources that pollute the considered water area with dissolved oil products are due to the operation of the oil terminal at Cape Manganari, the Sevastopol Sea fishing port in Kamyshovaya Bay, and with the operation of a small fleet in the Omega Bay. The influence of the oil terminal is traced in the bays of Kazachya, Kamyshovaya, and Abramova.

Key words: dissolved oil products, pollution, water structure, currents, Heracles Peninsula, Black Sea.

ВВЕДЕНИЕ

Нефтепродукты относятся к числу распространенных и опасных веществ, загрязняющих воды океанов и морей. Попавшая в воду нефть и продукты ее переработки со временем растворяются. Растворенная фракция нефтепродуктов токсична. Ее составляющие обладают канцерогенными свойствами и оказывают серьезное негативное воздействие на окружающую среду. Эти вещества накапливаются в тканях рыб и представляют собой реальную угрозу для здоровья человека. Поэтому контроль полей концентрации растворенных нефтепродуктов (РН) представляет собой актуальное направление исследований в рамках экологического мониторинга прибрежных вод [1].

В предлагаемой статье проанализированы источники РН, траектории распространения и поля концентрации этой величины в четырех бухтах Казачья, Камышовая, Абрамова, Омега (другое наименование Круглая), которые расположены вдоль северного берега Гераклейского полуострова. В рамках рассматриваемой задачи выбранный регион интересен, например, тем, что в бухтах Казачья, Абрамова и Омега находятся городские пляжи, а на смежной с бухтами акватории севастопольского взморья в течение всего года ведется рыбный промысел и любительский лов (рис. 1).



Рисунок 1 – Исследуемая акватория

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве исходных данных использованы материалы пяти комплексных океанологических экспедиций, которые были выполнены Морским гидрофизическим институтом, Институтом биологии южных морей и Институтом природно-технических систем (г. Севастополь) в 2004-2019 гг.

Согласно [1], для РН характерны химическая стабильность и пространственная устойчивость, что позволяет определять источники их поступления в водную среду, траектории распространения и места накопления по результатам экспедиционных исследований. Отмеченное свойство (консервативность РН) использовано в настоящей статье, где данная величина рассматривалась в виде двумерного поля на поверхности моря, при анализе которого применялись методы классической океанографии.

Концентрация РН определялась в отобранных с поверхности моря пробах воды в лабораторных условиях флуоресцентным методом (UV-fluorescence method) [2]. Данная величина представлена в относительных единицах (отн. ед.) и показывает, во сколько раз измеренное содержание РН превосходит его концентрацию в открытых водах центральной части Черного моря, которая принята за единицу и условно названа нормой. Концентрация РН ≤ 1 – критерий, означающий незагрязненную этими веществами водную среду; РН > 1 – загрязненная акватория.

Во всех экспедициях при помощи оптического зонда «Кондор» (НПП «Аквастандарт», ТУ 431230-006-00241904-2015; код ТН ВЭД ЕАЭС 9027 50 000 0, ДС ЕАЭС N RU Д- RU.ЭМ03.А.00096/19) [3] в зондирующем режиме в водной толще с шагом по глубине 0.1 м синхронно *in situ* фиксировались температура, соленость, концентрация общего взвешенного вещества и концентрация растворенного органического вещества. В Абрамовой бухте и бухте Омега на всех станциях при помощи портативного самописца, которым снабжен зонд «Кондор», были проведены наблюдения за течениями. Указанные сведения использованы при интерпретации структуры полей концентрации РН, их источников и путей распространения.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Казачья бухта – западная из исследуемых и наибольшая по площади водного зеркала бухта, состоящая из двух рукавов. От смежной Камышовой бухты Казачья бухта отделена мысом Манганари, на котором расположен нефтяной терминал (рис. 1).

Обе съемки, которые были выполнены в конце летнего сезона в условиях умеренного ветра северной четверти, зафиксировали сходную структуру поля концентрации РН (рис. 2 а, б). Видно, что в бухту с моря проникали воды с высоким содержанием РН. Распространение вод с открытой акватории моря хорошо прослеживалось в структуре термохалинного поля.

На преобладающей части акватории Казачьей бухты концентрация рассматриваемой величины в обеих ситуациях в 1.2-2.2 раза превосходила условную норму. Структура полей в анализируемых ситуациях имела сходные основные

признаки, – отчетливо выраженные на повышенном фоне локальные максимумы содержания РН (линзы), наблюдавшиеся в центре бухты.

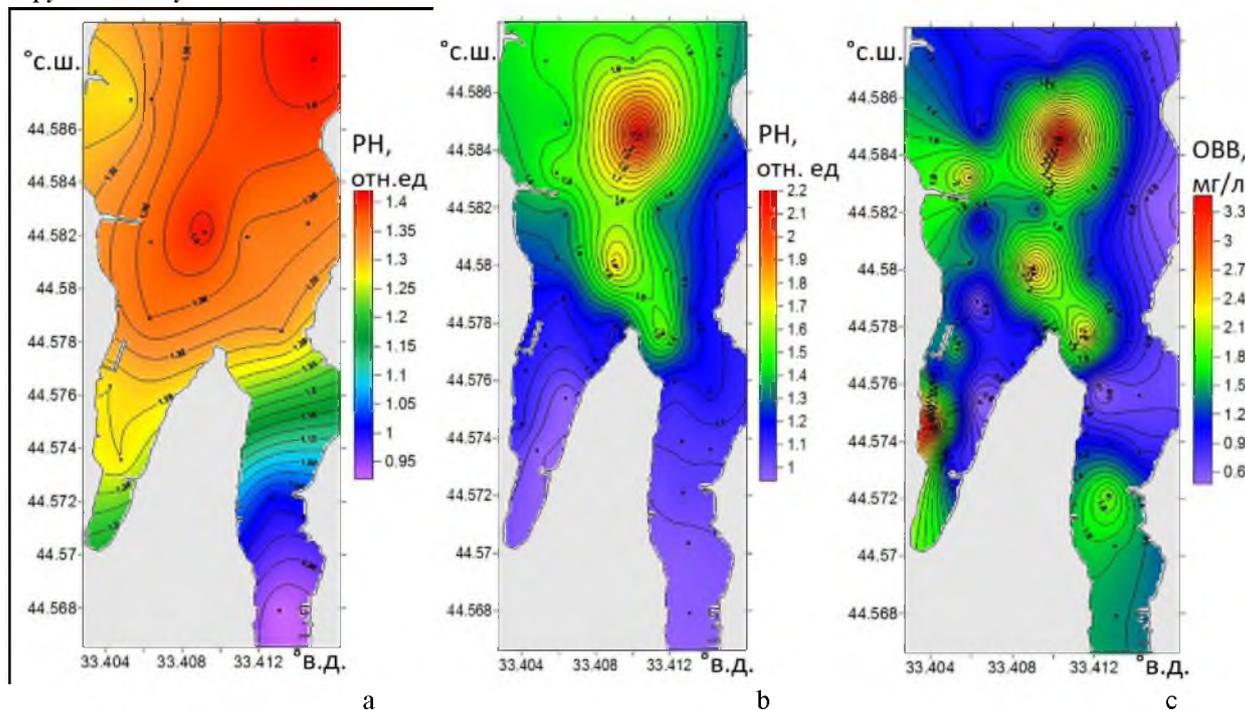


Рисунок 2 – Распределение концентрации растворенных нефтепродуктов, отн. ед. на поверхности в Казачьей бухте в августе 2004 г. – а; в сентябре 2018 г. – б; распределение концентрации общего взвешенного вещества в сентябре 2018 г. – в

В 2004 г. при более низкой фоновой концентрации РН площадь загрязнения бухты была большей по сравнению с 2018 г. На всей акватории левого рукава Казачьей бухты, включая кутовую область, концентрация РН превышала условную норму. В 2018 г. в кутовых областях обоих рукавов признаки нефтяного загрязнения не обнаружены. Концентрация РН здесь была меньше единицы (рис. 2 а, б).

В сентябре 2018 г. в северной части Казачьей бухты в структуре полей содержания РН и общего взвешенного вещества наблюдались сходные признаки, – одинаково расположенные четыре локальных максимума, которые также имели примерно одинаковый масштаб (рис. 3 б, в). Горизонтальный масштаб этих насыщенных взвесью и нефтепродуктами линз в поле концентрации общего взвешенного вещества в подповерхностном слое оценивался примерно от 50 до 400 м и 5-10 м – вертикальный. Линзы наблюдались в толще вод, они не были связанными с дном. Это означает, что загрязненные нефтепродуктами воды имели адвективное происхождение и поступали в бухту с моря, а наиболее вероятный их источник – нефтяной терминал, который находится на мысе Манганари (рис. 1).

По результатам обоих съемок выявлено присутствие РН высокой концентрации 1.2-1.4 отн. ед. в пляжной зоне, которая расположена в северной части восточного рукава Казачьей бухты, рядом с нефтяным терминалом (рис. 2 а, б).

Согласно [4], основные источники нефтепродуктов в водах севастопольского региона обусловлены функционированием портов. В частности, Нефтяная гавань представляет собой наиболее значимый источник нефтяного загрязнения Севастопольской бухты. К началу текущего столетия степень загрязнения вод и донных отложений в районе Нефтяной гавани оценивается как хроническая, а осевшие на дно нефтепродукты мигрируют в сторону моря, загрязняя мелководье. Этот результат позволяет полагать, что донные отложения в восточной части Севастопольской бухты представляют собой мощный вторичный источник растворенной фракции нефтепродуктов.

Возможно, что в ходе длительной (~40 лет) эксплуатации нефтяного терминала (рис. 1), осевшие на грунт в районе мыса Манганари нефтепродукты переходят в растворенное состояние и адвективными токами разносятся по прилегающей акватории моря. Очевидно, что в

бухтах условия для накопления загрязнителей, продуцируемых этим источником, более благоприятны по сравнению с открытыми участками побережья. Каждой из рассмотренных бухт свойственны особые факторы аккумуляции РН, которые распространяются из района расположения нефтяного терминала, а в бухтах Камышовая и Омега, как показано ниже по тексту, имеются собственные источники нефтепродуктов.

Камышовая бухта расположена к востоку от Казачьей бухты. По результатам съемки на акватории бухты отчетливо видны максимумы концентрации РН и определявшие их источники, –

нефтяной терминал на мысе Манганари и Севастопольский морской рыбный порт (рис. 1, 3).

Терминал загрязнял всю северную часть бухты и прилегающую акваторию моря. Здесь содержание РН было относительно небольшим 1.02 - 1.10 отн. ед. Максимальная концентрация РН наблюдалась в северо-восточной части бухты, где нефтепродукты были локализованы циклоническим топографическим вихревым образованием, выявленным в структуре термохалинного поля. Возможно, что этот, располагавшийся над углублением дна вихрь, квазистационарен и способствует аккумуляции загрязняющих веществ в течение длительного времени у восточного мола бухты.

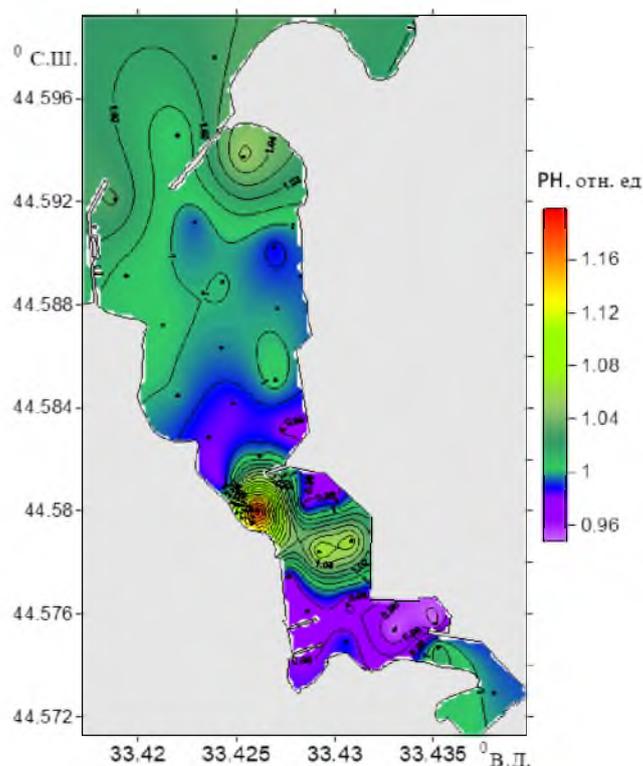


Рисунок 3 - Распределение концентрации РН, отн. ед на поверхности в Камышовой бухте в ноябре 2019 г.

В акватории Севастопольского морского рыбного порта, который расположен в южной части Камышовой бухты, наблюдались более значимые, 1.13-1.24 отн. ед., но небольшие по площади максимумы концентрации РН. Они отмечены у причальных линий. Наиболее загрязненным оказался участок, где оттаивались танкеры. Воды большей части портовой акватории не содержали РН (рис. 3).

В небольшой, расположенной к востоку от Камышовой, Абрамовой бухте также обнаружены РН. Эта бухта, в отличие от других

рассматриваемых бухт, не изолирована от моря, в ней нет источников нефтепродуктов, а вдоль практически всей береговой линии расположены пляжи (рис. 1).

Анализ структуры термохалинного поля и особенностей локальной системы течений, наблюдавшихся во время съемки, показал, что РН поступали в Абрамову бухту с открытого моря, от северо-запада, и аккумуляровались в ее центральной части во внутренней области циклонического вихревого образования (рис. 4).

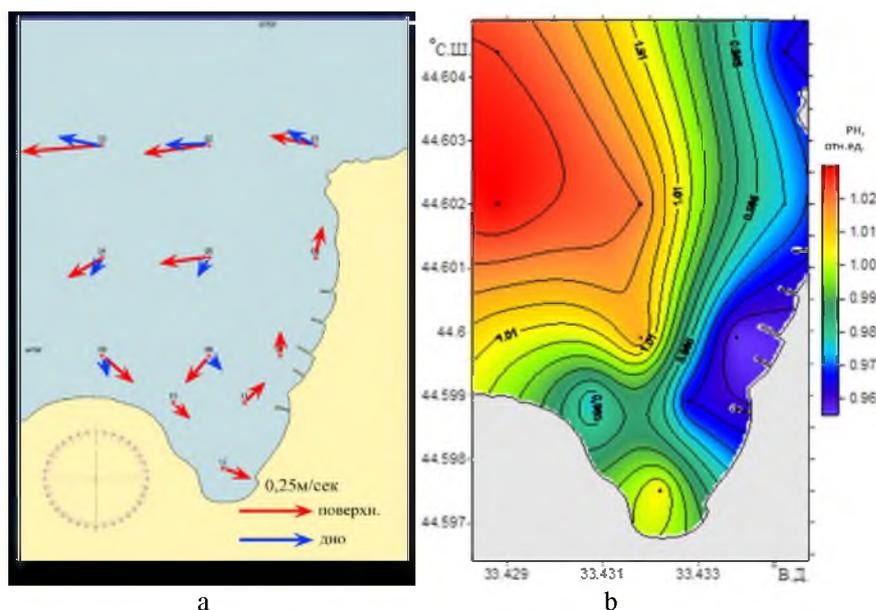


Рисунок 4 – Векторы течений – а; концентрация РН, отн. ед. на поверхности – б в Абрамовой бухте в ноябре 2019 года

Наиболее вероятный источник нефтяных загрязнителей, попавших в Абрамову бухту посредством адвективных токов, – нефтяной терминал на мысе Манганари. Максимальное содержание РН в бухте, 1.02-1.04 отн. ед. оказалось достаточно высоким. Для сравнения, такая же концентрация РН типична для участков портовых акваторий, расположенных вдоль причальных линий

[5]. Непосредственно у берега, в пляжной зоне, концентрация РН не превышала условную норму.

Собственный источник РН обнаружен в бухте Омега. По результатам съемки в августе 2019 г. в центральной части бухты была зафиксирована масштабная (в пределах акватории бухты) линза вод с содержанием РН, превышавшим условную норму (рис. 5).

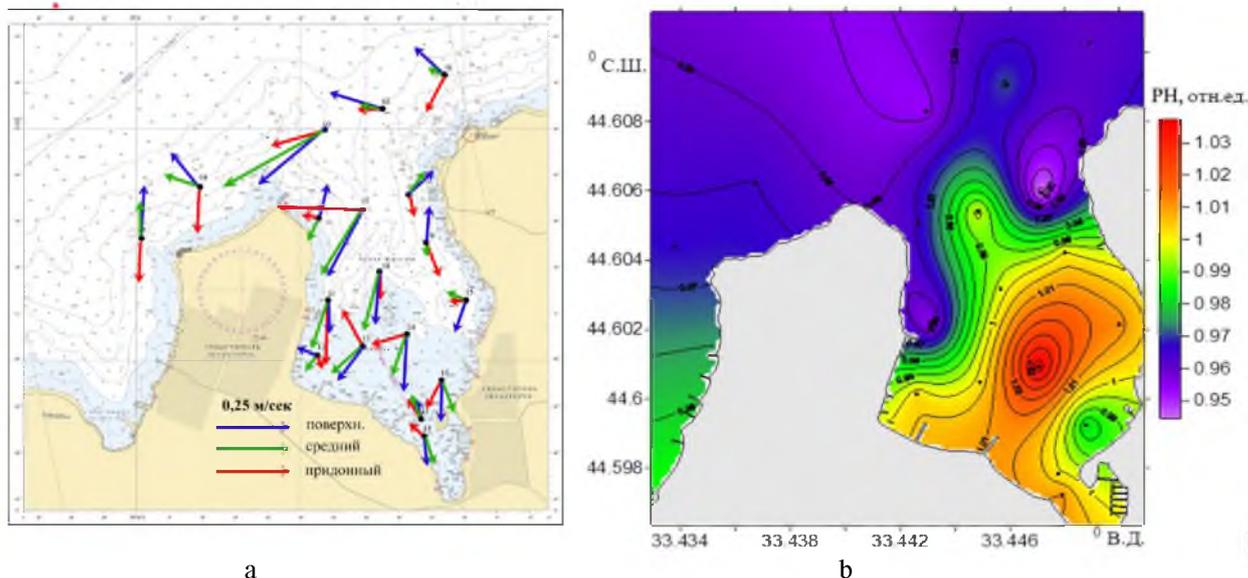


Рисунок 5 – Векторы течений – а; концентрация РН, отн. ед. на поверхности – б в бухте Омега в августе 2019 года

Происхождение этой линзы можно объяснить следующим образом. В центре Омеги находится обширная отмель, а в юго-восточной части – рыболовно-любительский кооператив "Дельфин".

Согласно мнению авторов известной монографии [1], основной источник нефтепродуктов в прибрежной зоне океанов, морей и других водоемов связан с эксплуатацией маломерных судов,

снабженных двухтактным двигателем. С выхлопом такого двигателя в воду поступают концентрированные нефтепродукты, которые со временем переходят в растворенную фазу.

В Омеге, практически ежедневно, десятки маломерных рыболовных судов пересекают отмель на малом ходу по направлению к морю и обратно. Над отмелью в море постоянно поступают

нефтепродукты. Благодаря вихревой антициклонической квазистационарной структуре течений [6], здесь они аккумулируются, оседают на дно и переходят в растворенное состояние. По-видимому, грунт отмели – источник РН в бухте Омега.

Максимальная концентрация РН, 1.02-1.05 отн. ед. наблюдалась в центральной части бухты. В пляжной зоне, на стоянке маломерных судов рыболовно-любительского кооператива "Дельфин" и в наиболее загрязненном месте Омеги, – кутовой части, принимающей ливневые и канализационные стоки [7], содержание РН незначительно превышало условную норму (рис. 5).

Отметим, что используемый в настоящей статье термин «загрязнение» соответствует определению «contamination», которое заимствовано из [8]. Загрязнение (contamination) – это присутствие вещества там, где его не должно быть, или в концентрациях выше фона. Pollution – загрязнение, которое приводит или может привести к неблагоприятным последствиям для местных биологических сообществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе данных пяти экспедиций, проведенных в 2004-2019 гг., выявлены источники, проанализированы пути распространения и структура полей концентрации растворенных нефтепродуктов (РН) в бухтах у северного берега Гераклейского полуострова.

Показано, что основные источники, загрязняющие рассмотренную акваторию РН, связаны с функционированием нефтяного терминала на мысе Манганари, Севастопольского морского рыбного порта в Камышовой бухте, и с эксплуатацией маломерного флота в бухте Омега. Возможно, что на участках расположения выявленных источников, РН формируются осевшими на грунт нефтепродуктами, откуда течениями разносятся на взморье и в бухты Гераклейского полуострова.

Влияние нефтяного терминала прослежено в бухтах Казачья, Камышова, Абрамова.

В Казачью бухту загрязненные нефтепродуктами воды поступали с района расположения нефтяного терминала в виде линз с повышенным содержанием общего взвешенного вещества. Степень загрязнения вод в бухте оказалась максимальной. Концентрация РН здесь в 1.2-2.2 раза превосходила условную норму. РН обнаружены на преобладающей части акватории Казачьей бухты, включая пляжную зону.

В Камышовой бухте влияние терминала распространялось на всю ее северную часть и прилегающую акваторию моря. Здесь содержание

РН было относительно небольшим 1.02 - 1.10 отн. ед. Максимальная концентрация РН наблюдалась в северо-восточной части бухты, где нефтепродукты были аккумулированы циклоническим топографическим вихревым образованием. В акватории Севастопольского морского рыбного порта, который расположен в южной части Камышовой бухты, у причальных линий и стоянок судов отмечены более значимые, 1.13-1.24 отн. ед., но небольшие по площади максимумы концентрации РН.

Показано, что влияние нефтяного терминала сказывается на качестве вод Абрамовой бухты. Содержание РН в центральной части этой бухты, 1.02-1.04 отн. ед. оказалось достаточно высоким. Непосредственно у берега, в пляжной зоне, концентрация данной величины не превышала условную норму.

Источник РН, обнаруженный в бухте Омега, – предположительно, расположенная в центре бухты отмель, на дне которой в результате интенсивной эксплуатации маломерного флота, накапливаются нефтепродукты. Максимальная концентрация РН, 1.02-1.05 отн. ед. наблюдалась в центральной части бухты. В пляжной зоне, на стоянке маломерных судов и в кутовой части бухты Омега содержание РН незначительно превышало условную норму.

Благодарности: Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ и г. Севастополя в рамках научного проекта № 18-45-920068.

Уникальность: 98.64%

Литература

1. Coleman J., Baker J., Cooper C. et al. Oil in the sea III: Inputs, Fates, and Effects. Committee on Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects // Ocean Studies Board and Marine Board. Divisions of Earth and Life Studies and Transportation Research Board. National research council of the National Academies. - 2003. - ISBN 0-309-08438-5 – doi. 2002015715 <http://en.bookfi.net/book/824825>.
2. Continuous Multi-Spectral Fluorescence and Absorption for Petroleum Hydrocarbon Detection in Near-Surface Ocean Waters: ZoNeC05 Survey, Fairway Basin area, Lord Howe Rise / D. Holdway [et al.]. Canberra: Australian Geological Survey Organization, 2000. Record 2000/35. 57 p. URL: https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/34232/Rec2000_035.pdf (дата обращения: 13.10.2020).
3. URL: <http://ecodevice.com.ru/ecodevice-catalogue/multiturbidimeter-kondor> (дата обращения: 12.11.2020).
4. Алёмов С. В. Оценка экологического качества портовых акваторий региона Севастополя по характеристикам сообществ макрозообентоса //

- Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2009. – Вып. 18. – С.19-29.
5. Ломакин П.Д., Попов М.А. Океанологическая характеристика и оценка загрязнения вод Балаклавской бухты. – Севастополь, ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013, – 220 с.
 6. Ломакин П.Д., Чепыженко А.И. Исследование и контроль циркуляции вод и структуры термохалинного поля в бухте Омега (Крым) в летне-осенний период 2019 года // Система контроля окружающей среды. – 2020. – Выпуск 3 (41), С 15-22. DOI: 10.33075/2220-5861-2020-3-15-22.
 7. Грузинов В. М., Дьяков Н. Н., Мезенцева И. В., Мальченко Ю. А., Жохова Н. В., Коршенко А. Н. Источники загрязнения прибрежных вод сева-стопольского района // ОКЕАНОЛОГИЯ. – 2019. – том .-59. – № 4. – С. 579–590. DOI: 10.31857/S0030-1574594579-590.
 8. *Peter M Chapman*, April Hayward, John Faithful (2017) Total Suspended Solids Effects on Freshwater Lake Biota Other than Fish // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 99. Iss. 5. P. 423-427. DOI: 10.1007/s00128-017-2154-у (дата обращения: 13 октября 2020г.).
- REFERENCES**
1. *Coleman J., Baker J., Cooper C. et al.* Oil in the sea III: Inputs, Fates, and Effects. Committee on Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects // Ocean Studies Board and Marine Board. Divisions of Earth and Life Studies and Transportation Research Board. National research council of the National Academies. - 2003. - ISBN 0-309-08438-5 – doi. 2002015715 <http://en.bookfi.net/book/824825>.
 2. Continuous Multi-Spectral Fluorescence and Absorption for Petroleum Hydrocarbon Detection in Near-Surface Ocean Waters: ZoNeC05 Survey, Fairway Basin area, Lord Howe Rise / D. Holdway [et al.]. Canberra : Australian Geological Survey Organization, 2000. Record 2000/35. 57 p. URL: https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/34232/Rec2000_035.pdf (дата обращения: 13.10.2020).
 3. URL:<http://ecodevice.com.ru/ecodevice-catalogue/multiturbidimeter-kondor> (дата обращения: 12.11.2020).
 4. Alemov S.V. Assessment of the ecological quality of the port waters of the Sevastopol region according to the characteristics of macrozoobenthos communities // Ecological safety of coastal and shelf zones and a comprehensive study of shelf resources. Sevastopol: ECOSI-Hydrophysics, 2009. Issue. 18. P.19-29.
 5. Lomakin P.D., Popov M.A. / Oceanological characteristics and assessment of water pollution in the Balaklava Bay. - Sevastopol, ECOSI-Hydrophysics, 2013, - 220 p.
 6. Lomakin P.D., Chepyzhenko A.I. Investigation and control of water circulation and the structure of the thermohaline field in the Omega Bay (Crimea) in the summer-autumn period of 2019 // Environmental Control System. 2020 Issue 3 (41), С 15 - 22. DOI: 10.33075 / 2220-5861-2020-3-15-22.
 7. V. M. Gruzinov, N. N. Dyakov, I. V. Mezentseva, Yu. A. Malchenko, N. V. Zhokhova, A. N. Korshenko. Sources of pollution of coastal waters of the Sevastopol region. OCEANOLOGY, 2019, Volume 59, No. 4, p. 579-590. DOI: 10.31857 / S0030-1574594579-590.
 8. *Peter M Chapman*, April Hayward, John Faithful (2017) Total Suspended Solids Effects on Freshwater Lake Biota Other than Fish // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 99. Iss. 5. P. 423-427. DOI: 10.1007/s00128-017-2154-у (дата обращения: 13 октября 2019г.).

УДК 618.518.2:629.54

DOI: 10.34046/aumsuomt97/19

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАР ТРЕНИЯ СУДОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПО ПРОДУКТАМ ИЗНОСА В СМАЗОЧНОМ МАСЛЕ

К.Б.Пальчик, кандидат технических наук, доцент

И.М.Кругова, старший преподаватель

Д.В.Огуцов, кандидат технических наук

В статье показано, что базовым условием поддержания высокой износостойкости узлов трения является применение работоспособного масла соответствующего типа и марки. Качество масла является определяющим фактором для обеспечения ресурса, надёжной работы и экономичности судовых двигателей, редукторов, насосов, компрессоров, газотурбоагрегатов, турбоприводов, дейдвудных устройств и других судовых механических установок.

Диагностика содержания различных видов загрязнений по продуктам изнашивания в масле позволяет судить о техническом состоянии отдельных агрегатов судовых механических установок и обслуживающих систем.

В целях диагностирования износа механизмов предлагается оснащать портативные судовые лаборатории анализа масла феррографами.

Ключевые слова. Безразборная диагностика, трение, продукты износа, смазочное масло, феррограф.