

УДК 504.054

ТИПИЗАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОБЕРЕЖЬЯ ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА НЕФТЕПРОДУКТАМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙ СУДОВ В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ В НОЯБРЕ 2007 г.

© 2008 г. А.В. Клещенко¹, И.Ю. Шишкалов¹, А.М. Коршун²

Приведены результаты полевых исследований загрязнения побережья Таманского полуострова нефтепродуктами в результате аварий судов в Керченском проливе 11–13 ноября 2007 г. Предложена классификация загрязнения по условиям нахождения и захоронения мазута в береговой зоне, рассмотрены также изменения, произошедшие с загрязнением за период наблюдений с декабря 2007 г. по апрель 2008 г.

Ключевые слова: Керченский пролив, загрязнение нефтепродуктами, береговая зона.

В период с 11 по 13 ноября 2007 г. в Керченском проливе потерпели крушение и затонули танкеры «Волгонефть-123», «Волгонефть-139», сухогрузы «Ковель», «Вольногорск» и «Нахичевань», вследствие чего в море пролилось приблизительно 2 000 т мазута и 45 т горюче-смазочных материалов [1]. Это происшествие стало крупнейшей экологической катастрофой в Керченском проливе за всю историю судоходства в данном районе. Места крушения кораблей располагались в непосредственной близости от берега – на расстоянии от 2 до 15 км. В результате штормовой погоды в первые дни катастрофы нефтепродукты быстро достигли побережья Таманского полуострова, протяженность загрязненной территории береговой зоны составила около 54 км. В наибольшей степени загрязнению подверглись участки побережья от мыса Панагия до дистальной оконечности косы Тузла и от дистальной оконечности косы Чушка до мыса Пеклы. Несмотря на интенсивные работы по очищению пляжей некоторое количество мазута в настоящее время остается в береговой зоне.

В декабре 2007 г., феврале и апреле 2008 г. сотрудниками отдела геологии, нефтегазовых и водных ресурсов Южного научного центра РАН (ЮНЦ РАН) в составе комплексных экспедиций

в районе экологического бедствия проведены исследования загрязнения побережья Таманского полуострова. При проведении полевых работ за основу нами было взято «Временное руководство по организации контрмер загрязнению побережья: прибрежные экосистемы умеренного климата» [2]. Изучены типы и строение берегов, состав пляжевых отложений и коренных пород, а также были пройдены 24 канавы глубиной 50 см, располагавшиеся вкрест береговой линии на всю ширину пляжа, для выявления наличия и условий захоронения мазута в береговой зоне. Загрязнение изучали по сети точек наблюдений, которые закладывались исходя из того, насколько сильно пострадало побережье в результате разлива нефтепродуктов (на более пострадавших участках сеть сгущалась, на менее пострадавших разрежалась).

В результате проведенных работ выделены 2 класса загрязнения побережья Таманского полуострова, подразделяющиеся на 8 типов. В основу предложенной классификации положен принцип нахождения углеводородов относительно дневной поверхности (поверхностное и подповерхностное (погребенное) загрязнение) (рис. 1). Выявление классов и типов загрязнения и отслеживание их изменения во времени позволит с новых позиций подойти к вопросам очистки береговой зоны внутренних морей, пострадавшей в результате разлива нефтепродуктов, и в будущем выработать рекомендации по мероприятиям для включения в «План по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов» (ПЛАРН).

¹ Южный научный центр Российской академии наук, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41; тел. (8863) 263-78-82, (8863) 232-12-19, e-mail: geo@mmbi.krinc.ru.

² Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Серафимовича, 62; тел. (8863) 262-29-59.



Рис. 1. Классификация загрязнения береговой зоны Таманского полуострова нефтепродуктами в результате аварий судов в Керченском проливе в ноябре 2007 г.

Первый класс включает 5 типов поверхностного загрязнения.

1. *Пятна мазута на неразмываемом субстрате.* Этот тип распространен в основном на мысах, выдающихся в море на участке от мыса Панагия до мыса Тузла, насыпи косы Тузла, волноломов на косе Чушка, мысах Ахиллеон, Каменный, Пеклы. Представлен пятнами мазута площадью от первых квадратных сантиметров до первых квадратных метров. С момента первого обследования побережья в декабре 2007 г. по апрель 2008 г. данный тип загрязнения не претерпел значительных изменений. Как показало обследование, мазут остается на твердом субстрате и лишь частично растворяется морской водой в процессе обмывания загрязненных участков.

2. *Пятна мазута на размываемом субстрате.* Этот тип распространен на участке побережья от мыса Панагия до мыса Тузла. Представлен пятнами мазута размером первые квадратные сантиметры. Здесь, в пределах распространения преимущественно абразионного типа берега, сложенного неустойчивыми к размыву порода-

ми (в основном неогеновыми глинами и четвертичными глинисто-лессовыми толщами), в декабре 2007 г. был зафиксирован данный тип загрязнения. Но после зимних штормов в апреле 2008 г. загрязнение отсутствовало. В результате абразионной деятельности моря загрязненные слои берегового обрыва были вынесены в море.

3. *Водоросли, загрязненные мазутом.* Данный тип загрязнения имеет повсеместное распространение на побережье Таманского полуострова в пределах зон, подвергшихся загрязнению. Представлен агрегатами водорослей, перемешанных с мазутом, размером от 100 до 600 квадратных сантиметров. Причем соотношение водорослей и мазута в них меняется от 9 : 1 до 4 : 6 соответственно. Загрязнение побережья водорослями, загрязненными мазутом, значительно сократилось за период наблюдений. Это явилось результатом деятельности подразделений МЧС РФ, производящих уборку побережья. Уборка водорослей, загрязненных мазутом, дала значительные результаты на участках: мыс Тузла – дистальная оконечность косы Тузла, коса Чуш-

ка – мыс Пеклы. На участке побережья от мыса Панагия до мыса Тузла уборка водорослей практически не велась (по состоянию на апрель 2008 г.). В то же время как в декабре, так и в апреле нами зафиксирован продолжающийся вынос водорослей, загрязненных мазутом, на берег, что свидетельствует о продолжении процесса загрязнения побережья.

4. *Мусор загрязненный мазутом.* Распространение мусора, загрязненного мазутом, отмечено на участках от мыса Панагия до мыса Тузла и от дистальной оконечности косы Чушка до мыса Пеклы. Мусор, загрязненный мазутом, как правило, располагается в тыловой зоне пляжа и лежит на поверхности пляжевых отложений. Представлен бытовым мусором и элементами такелажа, корабельных принадлежностей, кухтылей и др. Размер скоплений загрязненного мусора – от первых десятков квадратных сантиметров до первых квадратных метров. Мазут покрывает мусор не сплошным слоем, а в основном пятнами. Изменения в распространении данного типа загрязнения за период наблюдений происходили двумя путями. На участках от дистальной оконечности косы Чушка до мыса Пеклы и от дистальной оконечности косы Тузла до мыса Тузла большая часть мусора, загрязненного мазутом, была убрана. На участке побережья от мыса Панагия до мыса Тузла, где уборка практически не проводилась и где распространен абразионный тип берега, осложненный протеканием оползневых процессов, происходит захоронение мусора, загрязненного мазутом, под оползневыми массами. Этот процесс мы детально рассмотрим ниже.

5. *Загрязнение берегов, закрепленных водной растительностью.* Этот тип загрязнения локализуется на косе Чушка со стороны Таманского и Динского заливов. Отличительной особенностью является то, что в качестве субстрата выступает водная растительность. Ликвидация загрязнения данного типа очень трудоемка и затратна.

Второй класс загрязнения береговой зоны Таманского полуострова подразделяется на 3 типа и представлен захоронением мазута, загрязненных водорослей и мусора в толще пляжевых отложений.

6. *Мазут, агрегированный пляжевыми отложениями.* Данный тип загрязнения береговой зоны представляет, возможно, наибольшую опасность ввиду того, что пропитанный мазутом песок располагается не на поверхности, а захоронен в толще пляжевых отложений на различной глубине, а это затрудняет его обнаружение и

очистление береговой зоны. Такое загрязнение локализовано и приурочено, главным образом, к косе Тузла. Это неудивительно, так как в пределах данного участка побережья пространственно совпало сразу несколько факторов, способствующих захоронению мазута: места крушения кораблей располагались в непосредственной близости от данного района, и разлившийся мазут покрыл берег сплошным покровом; наличие аккумулятивного типа берега с широким распространением песчаных пляжевых отложений; высокая энергия волн. Захороненные слои пропитанного мазутом песка были обнаружены в ходе работ в декабре 2007 г. и феврале 2008 г. и представляли собой цельные выраженные слои песка, пропитанного мазутом, расположенные на глубине от 15 до 25 см в пределах нескольких точек наблюдений, объединенных в два контрольных участка на косе Тузла. Прослеженная площадь слоев имела размер от единиц до первых сотен квадратных метров. В апреле 2008 г. на контрольном участке № 1 производились очистные работы подразделением МЧС РФ «Кубаньспас», в результате которых мазут, агрегированный пляжными отложениями, извлекался с нарушением естественных форм залегания. В связи с этим анализ изменений, произошедших в слоях замазученного песка, на данном участке не производился. На контрольном участке № 2 слой, зафиксированный нами в феврале 2008 г. на глубине 15 см, претерпел значительные изменения. Эти изменения касаются прежде всего характера захоронения мазута. Так, в феврале 2008 г. мазут, агрегированный пляжевыми отложениями, представлял собой выдержанный по латерали слой, но уже в апреле 2008 г. он залегал в виде линз, дискретно распределенных как по латерали, так и по вертикали. Кроме того, диапазон линейных размеров этих линз колебался от первых сантиметров до первых десятков сантиметров, глубина залегания изменялась от 12 до 28 см. Таким образом, произошли дезинтеграция и перебив ранее цельных слоев на отдельные линзы, что свидетельствует о продолжающемся превращении пляжевых отложений в пескомазутные смеси, очистку которых является большой проблемой. Главным фактором, определяющим протекание данного процесса, является волноприбойная деятельность моря [3]. Схематично процесс представлен ниже (рис. 2).

Кроме описанного выше, в пределах данного типа загрязнения выделяется еще один вид – мазут, агрегированный песком и захороненный в первых сантиметрах от поверхности или даже лежащий на пляжевых отложениях в виде от-

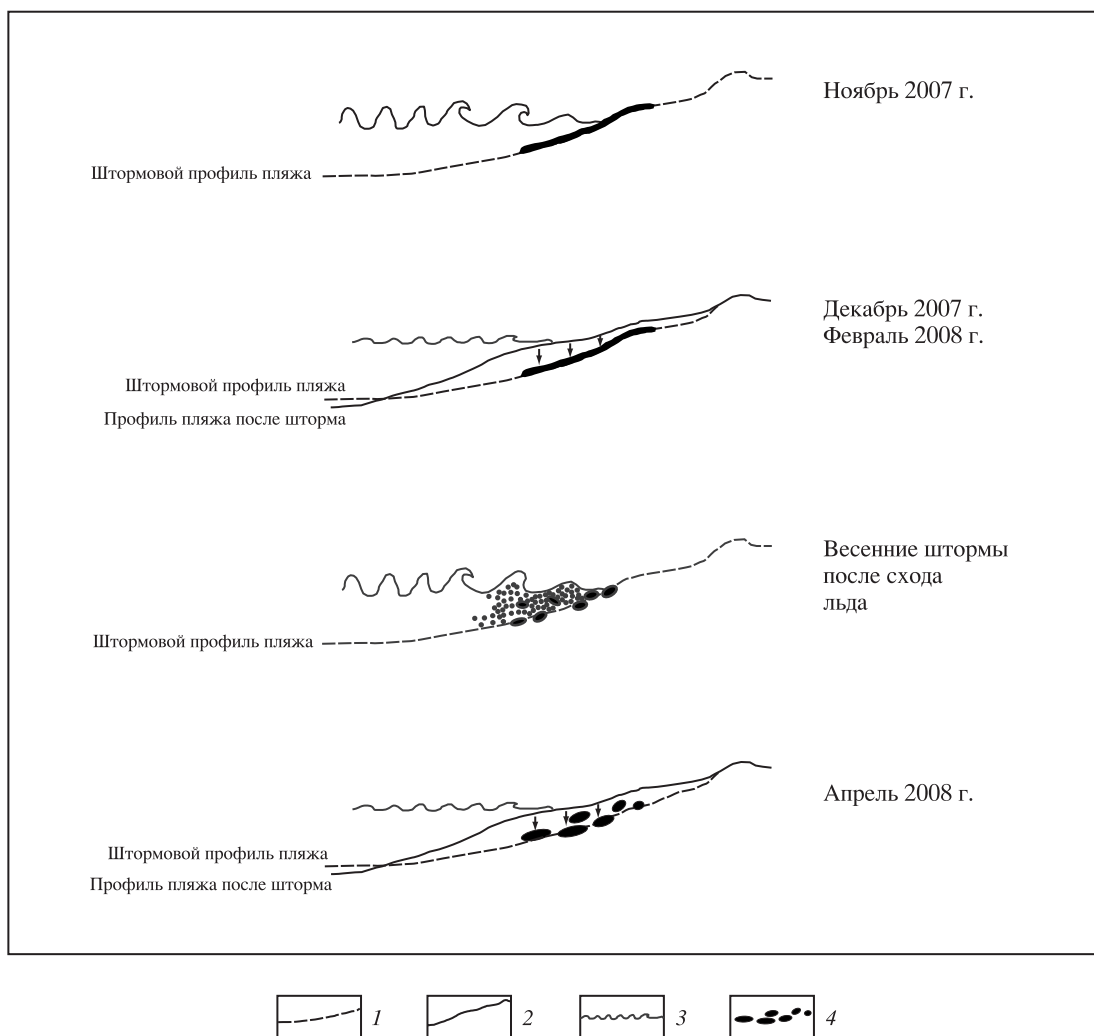


Рис. 2. Динамическая модель трансформации захороненных слоев мазута в волноприбойной зоне пляжей на косе Тузла (декабрь 2007 г. – апрель 2008 г.), разработанная на основе модели А.М. Бернбю и др. 1 – штормовой профиль пляжа; 2 – профиль пляжа после шторма; 3 – поверхность моря; 4 – мазут

дельных пятен размером от долей квадратного сантиметра до первых сотен квадратных сантиметров и мощностью до сантиметра. Этот вид загрязнения побережья, имеющий достаточно широкое распространение, впервые был выявлен нами в апреле 2008 г. Он генетически отличается от захоронения слоев мазута на косе Тузла. Если в случае захоронения мазута на контрольных участках в пределах косы Тузла мы имеем дело с трансформацией мазута, загрязнившего побережье в первые дни катастрофы, то приповерхностное загрязнение пляжевых отложений обусловлено продолжающимся выносом мазута на берег в виде отдельных пятен небольшого размера и капель. В ходе работ в апреле 2008 г. мы наблюдали все стадии данного процесса: вынос свежего мазута волнами, первичное обвола-

кивание его песчинками и захоронение под наносами песка на небольшой глубине (рис. 3).

Данный процесс идет по следующей схеме: небольшие пятна мазута, обладающие положительной плавучестью, перемещаются на поверхности воды и при выплескивании волн на берег оказываются на поверхности пляжа (стадия I), на берегу мазут пропитывает пляжевые отложения и на него налипают зерна песка, при этом агрегаты уже не могут плавать на поверхности воды, а перемещаются в береговой зоне как наносы (стадия II). В результате волноприбойной деятельности моря агрегаты замываются песком, но на небольшую глубину (стадия III).

7. *Захоронение водорослей, загрязненных мазутом.* Водоросли, пропитанные мазутом, в толще пляжевых отложений были отмечены во вре-

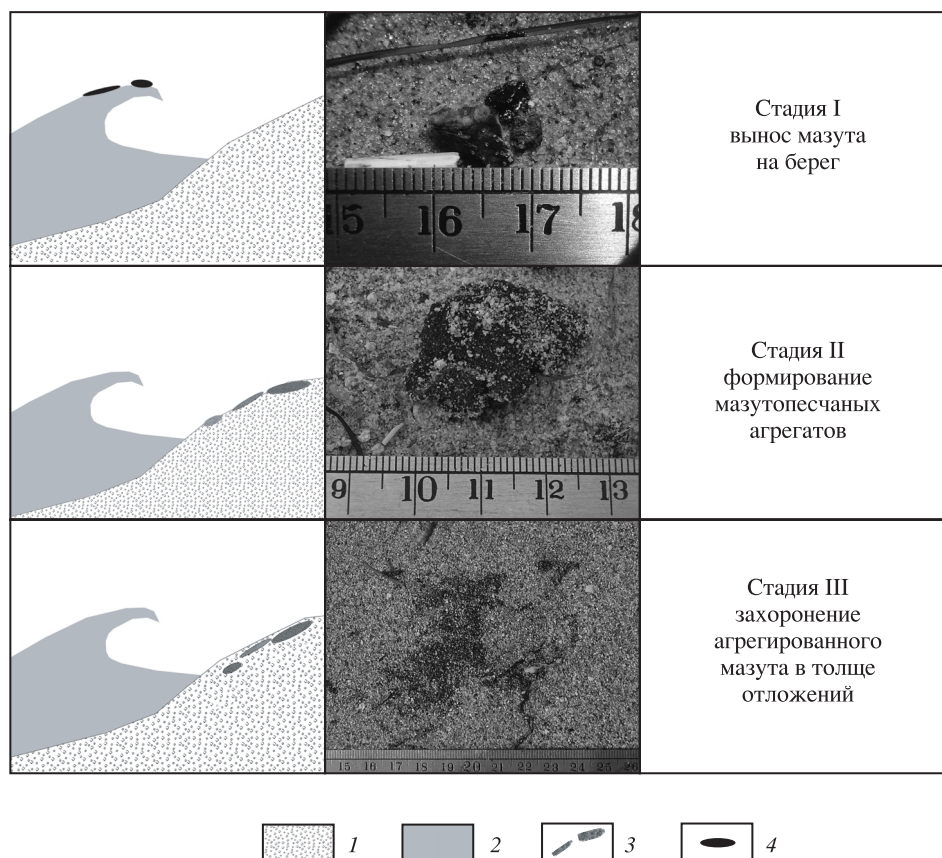


Рис. 3. Динамическая модель выноса и захоронения пятен мазута в береговой зоне (коса Чушка, побережье Азовского моря): 1 – береговые отложения; 2 – море; 3 – мазут, агрегированный береговыми отложениями; 4 – мазут

мя экспедиции в декабре 2007 г. на участке от мыса Панагия до мыса Тузла в пределах двух небольших бухт, где в силу особенностей морфологии берега имело место распространение песчаных пляжей: на косе Тузла, на косе Чушка в пределах поселка Ильич, на побережье между поселком Ильич и мысом Каменным. Захоронения загрязненных водорослей располагались на небольшой глубине – 1–8 см (максимально 15 см), их размеры составляли от десятков до первых сотен квадратных сантиметров. При повторных обследованиях в феврале 2008 г. данный тип загрязнения был зафиксирован на участке от мыса Ахиллеон до мыса Каменного, а в апреле 2008 г. захоронений замазученных водорослей в песке обнаружено не было. Это является результатом успешных работ по очищению пляжей от загрязнения силами МЧС РФ (в том числе и в бухтах между мысами Панагия и Тузла).

8. *Захоронение мусора и водорослей, загрязненных мазутом, под обвальными и оползневыми массами.* Этот тип загрязнения локализуется на участке распространения берега абразионно-

го типа, осложненного оползневыми явлениями. При проведении маршрутных наблюдений в декабре 2007 г. на участке от мыса Панагия до мыса Тузла нами были обнаружены скопления водорослей и мусора, загрязненных мазутом, располагавшиеся в тыловой части узкого галечникового пляжа в виде полосы шириной 1–2 м и лежащие на поверхности. В силу абразионной деятельности моря этот загрязненный материал должен был быть вынесен в море, как это и произошло на отдельных участках, но в силу особенностей протекания современных геологических процессов, а именно развития оползней, оказался захороненным на двух участках под оползневыми массами и на одном участке под обвалом, что и было зафиксировано в апреле 2008 г. При этом погребенные водоросли и мусор размываются волнами во время сильных штормов. Так как процесс абразии берега продолжается, следует ожидать, что со временем мазут вновь окажется в море.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что главными природными факторами, определяющими распределение типов загрязне-

ния на побережье Таманского полуострова и их дальнейшую трансформацию, являются: тип береговой зоны и волноприбойная деятельность.

На аккумулятивных берегах (коса Тузла, коса Чушка) происходит захоронение мазута в песок, в то время как на абразионных мазут выносятся в море. Кроме того, тип береговой зоны обуславливает структуру пляжевых отложений, от которой зависит степень проникновения мазута вглубь.

Волноприбойная деятельность. Энергия волн наряду с типом берега определяет, будет ли загрязнение располагаться на поверхности отложений, захораниваться или выноситься. В условиях, когда энергетическое воздействие волн на побережье достаточно сильное (абразионно-оползневой берег Черного моря), загрязнение по большей части будет выноситься в море. В условиях аккумулятивного типа берега и открытых воздействию волн участков будет происходить захоронение в толще береговых отложений (коса Тузла, побережье Черного моря) на значительную глубину (15–25 см) вследствие активной литодинамики береговой зоны, которая напрямую зависит от энергии волн. На участках побережья с меньшей энергией волн (коса Чушка, побережье Азовского моря) загрязнение проникает на небольшую глубину (первые сантиметры). Кроме того, энергетический фактор определяет дальнейшее разрушение захороненных слоев мазута, то есть морфодинамиче-

ский режим пляжа является главным условием, которое определяет эволюцию захороненного мазута.

Следует также отметить, что рассмотренное нами загрязнение берега Таманского полуострова в его развитии представляет опасность, поскольку самоочищение береговой зоны влечет за собой вторичное загрязнение моря. Механизмами такого загрязнения являются наблюдавшиеся нами вынос в море водорослей и мусора, загрязненных мазутом, размыв пятен мазута на непрочном субстрате на абразионных берегах или химическое растворение пятен мазута на размываемом субстрате.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матишов Г.Г., Бердников С.В., Савицкий Р.М. Экосистемный мониторинг и оценка воздействия разливов нефтепродуктов в Керченском проливе. Аварии судов в ноябре 2007 г. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. 80 с.
2. National Oceanic and Atmospheric Administration. Shoreline countermeasures manual. Temperate coastal environments. Hazardous Materials Response and Assessment Division. Seattle: NOAA, 1992. 95 с.
3. Bernabeu A.M., Nuez de la Fuente M., Rey D., Rubio B., Vilas F., Medina R., González M.E. Beach morphodynamics forcements in oiled shorelines: Coupled physical and chemical processes during and after fuel burial // Marine Pollution Bulletin. 2006. Vol. 52. Is. 10. С. 1156–1168.

TYPIFICATION OF POLLUTION OF THE TAMAN PENINSULA COAST BY OIL AS A RESULT OF SHIP ACCIDENTS IN THE KERCH STRAIT IN NOVEMBER OF 2007

A.V. Kleschenkov, I.Yu. Shishkalov, A.M. Korshun

The Results of field research of the Taman peninsula coast pollution by oil as a result of ship wrecks in the Kerch strait at 11–13 of November, 2007 are given. The classification of pollution by conditions of occurrence and burial of residual oil in coastal zone is suggested. Evolution of the pollution during the observation period since December of 2007 until April of 2008 is considered.

Key words: Kerch strait, oil contamination, costal zone.

REFERENCES

1. Matishov G.G., Berdnikov S.V., Savitskiy R.M. 2008. *Ekosistemnyy monitoring i otsenka vozdeystviya razlivov nefteproduktov v Kerchenskom prolive. Avarii sudov v noyabre 2007 g.* [Ecosystem monitoring and evaluation of the impact of oil spills in the Kerch Strait. Ship casualties in November 2007]. Rostov-on-Don, SSC RAS Publ.: 80 p. (In Russian).
2. *National Oceanic and Atmospheric Administration. Shoreline countermeasures manual. Temperate costal environments. Hazardous Materials Response and Assessment Division.* 1992. Seattle, NOAA: 95 p.
3. Bernabeu A.M., Nuez de la Fuente M., Rey D., Rubio B., Vilas F., Medina R., González M.E. 2006. Beach morphodynamics forcements in oiled shorelines: Coupled physical and chemical processes during and after fuel burial. *Marine Pollution Bulletin.* 52(10): 1156–1168.