



**ТРАНСПОРТ.  
ГОРИЗОНТЫ  
РАЗВИТИЯ**

## АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДОВ СБОРА НЕФТЕПРОДУКТОВ В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ

e-mail: [invkerch@yandex.ru](mailto:invkerch@yandex.ru)

## ANALYSIS OF THE APPLICABILITY OF METHODS FOR COLLECTING PETROLEUM PRODUCTS IN THE KERCH STRAIT

e-mail: [invkerch@yandex.ru](mailto:invkerch@yandex.ru)



**Abstract.** This article analyzes modern methods for eliminating fuel oil spills in the marine environment and on the seabed. Mechanical, physico-chemical, biological and thermal methods are considered with an assessment of their environmental safety, economic efficiency and technical feasibility in various conditions. The conducted research shows that the optimal approach to eliminating fuel oil spills requires the integrated use of various methods, depending on the scale of pollution, hydrometeorological conditions and the environmental sensitivity of the spill area. Recommendations are proposed for improving existing technologies and developing new, more effective methods for eliminating oil spills, taking into account the characteristics of heating oil as a heavy petroleum product.

**Keywords:** heating oil, oil spills, marine environment, pollution control, environmental safety, mechanical methods, dispersants.

15 декабря 2024 года в Керченском проливе потерпели крушения два нефтеналивных танкера, в результате чего в море попало около 4 тысяч тонн тяжелых нефтепродуктов, обладающих высокой вязкостью и плотностью [1]. В отличие от легких нефтепродуктов, мазут характеризуется длительным периодом сохранения на морской поверхности, постепенным оседанием на дно и значительными трудностями при ликвидации.

Целью данного исследования является анализ современных методов ликвидации разливов топочного мазута, их классификация, оценка эффективности применения на морской поверхности и морском дне, а также выявление перспективных направлений совершенствования технологий очистки акваторий от данного типа загрязнения.

Топочный мазут в соответствии с ГОСТ 10585-2013 представляет собой тяжелый нефтепродукт с высокой вязкостью (от 50 до 80 мм<sup>2</sup>/с при 100°C), плотностью (0,89-1,02 г/см<sup>3</sup>), температурой застывания (от -10 до +42°C) и низкой летучестью [2]. В его составе преобладают высокомолекулярные углеводороды, смолы и асфальтены, а также соединения серы (до 3,5%), азота и тяжелых металлов.

При попадании в морскую среду топочный мазут проходит ряд трансформаций, включающих:

- растекание по поверхности с образованием пятен различной толщины;
- эмульгирование с образованием устойчивых водно-мазутных эмульсий типа «вода в масле»;
- частичное испарение легких фракций (до 10% от массы);
- фотоокисление под воздействием солнечного излучения;
- биodeградацию под воздействием микроорганизмов;
- оседание на дно при взаимодействии с взвешенными частицами.

Особенностью топочного мазута является его тенденция к быстрому охлаждению в морской воде с повышением вязкости и образованием твердых комков или протяженных вязких сгустков (рис. 1). При контакте с береговой линией мазут прочно прикрепляется к камням, песку и другим субстратам, что значительно затрудняет очистку (рис. 2).

Высокая вязкость и плотность топочного мазута существенно снижают эффективность традиционных методов ликвидации разливов, разработанных преимущественно для сырой нефти и легких нефтепродуктов. В частности:

- затрудняется сбор нефтесборными системами скиммерного типа;
- снижается эффективность сорбентов из-за малой площади контакта;
- ограничивается применение диспергентов из-за низкой поверхностной активности;
- замедляются процессы естественной биodeградации.



Рисунок 1 – Нефтяные сгустки в морской воде

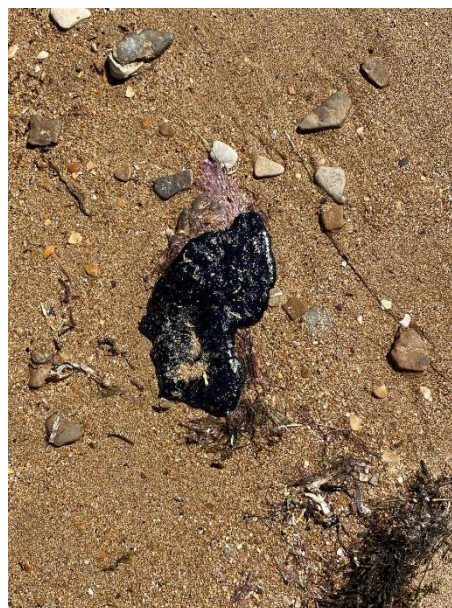


Рисунок 2 – Выбросы нефти на побережье

Таким образом, при разработке стратегии ликвидации разливов топочного мазута необходимо учитывать его специфические физико-химические свойства и поведение в морской среде.

Для объективной оценки применимости различных методов ликвидации разливов топочного мазута предлагается использовать следующие критерии:

- техническая эффективность: процент удаляемого загрязнения;
- экологическая безопасность: степень воздействия на морские экосистемы;
- экономическая эффективность: стоимость удаления единицы загрязнителя;
- оперативность: скорость развертывания и проведения операции;
- универсальность: способность работать в различных условиях;
- технологическая доступность: наличие необходимого оборудования и реагентов.

В таблице 1 представлены результаты комплексной оценки основных методов ликвидации разливов топочного мазута по 5-балльной шкале (5 – максимальная эффективность).

Таблица 1. Комплексная оценка методов ликвидации разливов топочного мазута

| Метод               | Техническая<br>эффективность | Экологическая<br>безопасность | Экономическая<br>эффективность | Оперативность | Универсальность | Средний балл |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------|-----------------|--------------|
| Морская поверхность |                              |                               |                                |               |                 |              |
| Боны + скиммеры     | 3                            | 5                             | 3                              | 4             | 2               | 3,4          |
| Сорбенты            | 2                            | 4                             | 2                              | 5             | 3               | 3,2          |
| Диспергенты         | 2                            | 2                             | 4                              | 5             | 3               | 3,2          |
| Сжигание            | 2                            | 1                             | 5                              | 4             | 1               | 2,6          |
| Биотехнологии       | 1                            | 5                             | 3                              | 1             | 2               | 2,4          |
| Морское дно         |                              |                               |                                |               |                 |              |
| Драгирование        | 4                            | 2                             | 2                              | 3             | 3               | 2,8          |

|                                  |   |   |   |   |   |     |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|-----|
| Вакуумная откачка                | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2,6 |
| Покрывание инертными материалами | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3,4 |
| Биоремедиация                    | 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 3,0 |

Анализ показывает, что не существует универсального метода, оптимального по всем критериям. Для морской поверхности наиболее сбалансированным подходом является комбинация механических методов сбора (боны + скиммеры) с последующим применением сорбентов для удаления остаточных загрязнений. Для морского дна оптимальное решение зависит от конкретных условий: при необходимости быстрой локализации загрязнения предпочтительно покрытие инертными материалами, а при возможности долгосрочной очистки – биоремедиация [3-4].

Перспективные направления развития механических методов сбора топочного мазута включают разработку скиммеров с комбинированными рабочими органами, адаптирующимися к вязкости собираемого продукта, а также создание систем предварительного подогрева и снижения вязкости мазута перед сбором.

Перспективными разработками в области физико-химических методов являются:

- создание селективных диспергентов для тяжелых нефтепродуктов с улучшенными экологическими характеристиками;
- разработка биоразлагаемых сорбентов с улучшенными механическими свойствами и повышенной сорбционной емкостью по отношению к мазуту;
- создание многофункциональных реагентов, сочетающих свойства диспергентов и биостимуляторов;
- развитие технологий гелеобразования и загущения для предотвращения распространения и оседания мазута.

В качестве коагулянта и сорбента при ликвидации разлива тяжелых нефтепродуктов предлагается использование для обработки поверхностей сбора механоструктурированных алюмосиликатов, обладающих развитой пористой структурой, высокой адсорбционной емкостью и возможностью модификации поверхности для повышения олеофильности и гидрофобности [5].

### Список литературы:

1. Разлив мазута в Керченском проливе: полная хронология катастрофы – URL: [https://dzen.ru/a/Z\\_N3MluQXHe1VQ2n](https://dzen.ru/a/Z_N3MluQXHe1VQ2n) (дата обращения 26.04.2025)
2. ГОСТ 10585-2013. Топливо нефтяное. Мазут. Москва: Стандартинформ, 2014. – 14с.
3. Комплексные технические решения с применением сорбентов для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на море / Л. А. Копаева, Т. И. Лаптева, М. Н. Мансуров, А. В. Морозов // Экологическая безопасность в газовой промышленности (ESGI-2023) : Тезисы докладов VIII Международной научно-технической конференции и выставки, Москва, 13–15 декабря 2023 года. – Москва: Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - Газпром ВНИИГАЗ, 2023. – С. 23.
4. Ликвидация (локализация) на море, на внутренних водах и на суше аварийных разливов нефти и нефтепродуктов // Технология ведения аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций / © Авторы, 2011 © МЧС России, 2011 © ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. – Москва, 2011. – С. 90-128.
5. Чачина, С. Б. Оценка эффективности очистки нефтезагрязненных вод с использованием кокса и цеолита / С. Б. Чачина, О. О. Овсянникова // Омский научный вестник. – 2012. – № 2(114). – С. 207-211.

