

УДК 629.12

## АНАЛИЗ АВАРИЙ В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ В 2007 И 2024 ГОДАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СЭУ

**Киселевич Михаил Эдуардович**<sup>1</sup>, курсант

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

**Якимов Максим Сергеевич**<sup>1</sup>, курсант

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

**Ивановская Александра Витальевна**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры судовых энергетических установок

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

<sup>1</sup> Керченский государственный морской технологический университет, Керчь, республика Крым, Россия

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты сравнительного исследования влияния двух крупных разливов нефтепродуктов, произошедших в Керченском проливе в 2007 и 2024 годах, на эффективность функционирования судовых энергетических установок. Проведен анализ физико-химических характеристик разлитых нефтепродуктов, особенностей их распространения в акватории и взаимодействия с судовыми системами. Выявлены значимые различия в характере и степени воздействия загрязнения на теплообменное оборудование, топливные системы главных двигателей.

**Ключевые слова:** судовая энергетическая установка, разлив нефтепродуктов, Керченский пролив, эффективность теплообменников, загрязнение систем охлаждения, мазут, катастрофа 2007 года, авария 2024 года.

## ANALYSIS OF ACCIDENTS IN THE KERCH STRAIT IN 2007 AND 2024 AND THEIR IMPACT ON THE EFFICIENCY OF THE MARINE POWER PLANTS

**Mikhail E. Kiselyevich**<sup>1</sup>, Cadet

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

**Maxim S. Yakimov**<sup>1</sup>, Cadet

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

**Alexandra V. Ivanovskaya**<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Marine Power Plants

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

<sup>1</sup> Kerch State Maritime Technological University, Kerch, Republic of Crimea, Russia

**Abstract.** This article presents the results of a comparative study of the impact of two major oil product spills that occurred in the Kerch Strait in 2007 and 2024 on the efficiency of marine power plants. The analysis of the physico-chemical characteristics of spilled petroleum products, the peculiarities of their distribution in the water area and interaction with ship systems is carried out.

Significant differences in the nature and degree of pollution effects on heat exchange equipment, fuel systems of the main engines were revealed.

**Keywords:** marine power plant, oil spill, Kerch Strait, efficiency of heat exchangers, pollution of cooling systems, fuel oil, disaster in 2007, accident in 2024.

Керченский пролив, соединяющий Черное и Азовское моря, является стратегически важным водным путем с интенсивным судоходством. За последние два десятилетия в акватории пролива произошли две крупные экологические катастрофы, связанные с разливом нефтепродуктов: 11 ноября 2007 года в результате шторма потерпел крушение танкер «Волгонепфть-139», перевозивший около 2 тысяч тонн мазута, а 15 декабря 2024 года произошла авария на двух нефтеналивных судах, в результате которой в море попало приблизительно 3,7 тысячи тонн тяжелого топлива.

Оба инцидента оказали значительное негативное воздействие на морскую экосистему пролива, а также создали серьезные проблемы для судов, эксплуатировавшихся в загрязненных акваториях в последующие месяцы. Особый научный и практический интерес представляет сравнительный анализ влияния этих разливов на эффективность работы судовых энергетических установок.

Целью работы является проведение сравнительного анализа влияния выбросов тяжелых нефтепродуктов в Керченском проливе в 2007 и 2024 годах на эффективность работы судовой энергетической установки.

В основу методики сравнительного анализа морских аварий с разливом нефти положен системный подход, предполагающий рассмотрение их как комплексных событий, формирующихся под влиянием множества взаимосвязанных факторов.

В исследовании применены следующие аналитические методы:

- ретроспективный анализ цепочек событий, приведших к аварийным ситуациям;
- пространственно-временной анализ распространения загрязнений;
- оценка эффективности аварийно-спасательных операций на основе сопоставления временных, ресурсных и результативных параметров.

Проведенный анализ катастроф показал, что катастрофа 2007 года была осложнена погодными условиями, количеству судов и смешанному характеру загрязнения. Авария 2024 года оказалась более масштабной по площади загрязнения и представляет серьезную угрозу из-за характеристик остаточных нефтепродуктов (табл.1, табл.2) [1-4].

Рассмотрим ключевые различия в механизмах воздействия нефтепродуктов из разливов 2007 и 2024 годов на эффективность работы СЭУ [5]:

1. *Различия в реологических свойствах и адгезии.* Мазут М-100 из разлива 2024 года характеризуется высокой вязкостью и содержанием асфальтенов, что обуславливает формирование прочных адгезионных связей с металлическими поверхностями теплообменников и трубопроводов. Топливо из разлива 2007 года, имеет меньшую вязкость и содержание асфальтенов, следовательно, образовывало менее прочные связи с поверхностями, что облегчало последующую очистку.

2. *Эмульгирование и стабильность эмульсий.* Мазут М-100 в условиях штормового волнения 2024 года образовывал высокостабильные эмульсии типа «вода в нефти» с содержанием воды до 70-80%. Эти эмульсии имеют повышенную вязкость и плотность, что усиливает их негативное воздействие на фильтры и теплообменники. Топливо из разлива 2007 года формирует менее стабильные эмульсии, которые легче разрушались в процессе фильтрации и очистки.

Таблица 1. Сравнительный анализ аварий 2007 и 2024 годов в Керченском проливе

| Параметр                 | 2007 год                                                         | 2024 год                                    |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Условия катастрофы       |                                                                  |                                             |
| Ветер                    | До 30 м/с                                                        | До 16 м/с                                   |
| Высота волн              | До 6 метров                                                      | До 3 метров                                 |
| Причина аварий           | Сильный шторм                                                    | Шторм, туман                                |
| Крушения судов и разливы |                                                                  |                                             |
| Основное судно           | Волгонефть-139<br>затонуло 4 судна                               | Волгонефть-212<br>Волгонефть-239            |
| Масштаб разлива          | 2 тыс.т мазута М40<br>800 т дизельного топлива<br>7 тыс.т серы   | 3,7 тыс.т мазута М100                       |
| Дополнительные опасности | Разлив серы                                                      | Тяжелый мазут                               |
| Распространения          | Более 30 кв.км                                                   | Более 50 кв.км                              |
| Ликвидация последствий   |                                                                  |                                             |
| Старт ликвидации         | На следующий день                                                | Через несколько часов                       |
| методы                   | Боны, нефтесборщики,<br>сорбенты, диспергенты,<br>ручная очистка | Скиммеры, боны, сорбенты,<br>ручная очистка |

Таблица 2. Характеристики нефтепродуктов

| Показатели                             | 2007 год          |           | 2024 год   |
|----------------------------------------|-------------------|-----------|------------|
|                                        | Дизельное топливо | Мазут М40 | Мазут М100 |
| Плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup> | 840               | 932,3     | 1015,2     |
| Кинематическая вязкость при 40 °С, сСт | 3                 | 59        | 118        |
| Температура застывания, °С, не выше    | -25               | -         | -          |

3. *Процессы окисления и полимеризации.* Высокое содержание серы в мазуте М-100 (2,5-3,5%) способствует интенсивным процессам окисления при контакте с горячими поверхностями теплообменников. В то время, как низкосернистое топливо (содержание серы 0,48-0,5%) проявляет значительно меньшую склонность к окислительной полимеризации, что объясняет менее выраженные долговременные эффекты загрязнения.

4. *Термическая деструкция при контакте с нагретыми поверхностями.* При контакте с горячими поверхностями двигателей и теплообменников (температура 90-120°С) мазут М-100 подвергается термической деструкции с образованием твердых коксоподобных отложений. Более легкое топливо в аналогичных условиях демонстрирует более высокую термическую стабильность, что снижает интенсивность образования твердых отложений.

На основе проведенного сравнительного анализа можно выделить следующие рекомендации по минимизации негативного влияния разливов тяжелых нефтепродуктов на эффективность работы СЭУ:

- снижение нагрузки на главный двигатель на 20-25% от номинальной при проходе через загрязненную акваторию;
- увеличение частоты контроля параметров системы охлаждения с интервалом не более 2 часов;
- сокращение интервалов очистки фильтров забортной воды в 5-6 раз по сравнению с нормальными условиями эксплуатации;
- использование дополнительных переносных фильтров тонкой очистки при заборе загрязненной забортной воды.



## Заключение

Проведенный сравнительный анализ влияния выбросов тяжелых нефтепродуктов в Керченском проливе в 2007 и 2024 годах на эффективность работы судовой энергетической установки позволяет выявить существенные различия как в характере воздействия разных типов нефтепродуктов, так и в устойчивости современных СЭУ к подобным загрязнениям.

Установлено, что мазут М-100, разлившийся в 2024 году, оказывает более интенсивное и долговременное негативное воздействие на системы СЭУ по сравнению с топливом из разлива 2007 года. Эти различия обусловлены как физико-химическими свойствами самих нефтепродуктов (вязкость, содержание серы и асфальтенов, склонность к эмульгированию), так и условиями их распространения в морской среде.

## Список литературы:

1. Овсиенко С.Н. Шторм 11 ноября 2007 Г. В Керченском проливе: хроника событий, математическое моделирование и географоэкологический анализ нефтяного разлива / С.Н. Овсиенко, Д.Я. Фащук, С.Н. Зацепя [и др.] // Труды Государственного океанографического института. – 2008. – № 211. – С. 307-339. – EDN PXMGNF.
2. Панов Б.Н. Океанографическая оценка последствий современного антропогенного воздействия на экосистему Керченского пролива / Б.Н. Панов, П.Д. Ломакин, С.С. Жугайло [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 109-120. – EDN UZFSUL.
3. Бердников С.В., Кулыгин В.В. Моделирование загрязнения акватории и береговой линии азовского моря при разливах нефтепродуктов // Труды Южного научного центра РАН. 2020. Т. 8. С. 225-236.
4. 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)
5. Давыдов, Д.А. Анализ риска эксплуатации элементов судовых энергетических установок на основе имитационного моделирования / Д.А. Давыдов, А.А. Стяжкин, В.А. Туркин // Вестник государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2020. – № 4(33). – С. 17-23. – EDN CPDTAT.

