

## СЕКЦІЯ XIV. ТРАНСПОРТ ТА ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

### ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ ПРИСТРОЇ В СИСТЕМАХ ПРИЙНЯТТЯ НАВІГАЦІЙНИХ РІШЕНЬ

**Дрозд Олена Володимирівна**

ORCID ID: 0009-0007-2895-5385

доцент

*Національний університет "Одеська морська академія", Україна*

Безпека є надважливим аспектом морського судноплавства протягом дуже довгого терміну. Аналіз та оцінка наслідків аварійних випадків та катастроф, зниження ризиків і керування ними є одною із ключових тем досліджень в області суднобудування та перевезень вантажів морем.

Судноплавство та морські перевезення є суворо регульованою галуззю світової транспортної системи. Завдяки підвищенню поінформованості громадськості про екологічні й людські наслідки морських аварій, а також жорсткості законодавства урядів і міжнародних органів відносно суден і судноплавних операцій, безпечна й ефективна експлуатація суден є пріоритетом для всіх суднобудівників, власників і операторів.

Дослідження, проведені міжнародної морською організацією БІМКО, показали, що основною причиною, що ініціює техногенні катастрофи суден, є руйнування конструктивних елементів корпусного набору внаслідок відсутності оперативної інформації про технічний стан корпусних конструкцій. Як правило руйнація корпусних конструкцій спричиняє затоплення певного об'єму суднового корпусу або втрату судна у цілому. Слід зазначити, що затоплення було основною причиною загальних втрат усіх типів суден в 2020-23 рр., становлячи близько 60 % [1].

У ситуації, що склалася, представляється актуальним рішення завдання визначення ймовірності виникнення й схем аварійної ситуації. Як показує досвід розвитку та експлуатації подібних систем суднової енергетики, завдання такого роду ефективно вирішуються виключно на основі використання якісної й достовірної інформації про рівень і інтенсивності впливу зовнішніх фізичних впливів [1, 2].

На наш погляд, схемотехнічна реалізація діагностичної системи комплексу "судновий корпус" може полягати в розміщенні на елементах набору (шпангоутах, стрингерах) комплексу волоконно-оптичних датчиків - інклінометрів, сполучених в єдину мережу. Аналіз сучасних інформаційно-вимірювальних систем по таких параметрах як інформаційна ємність, електро- і пожежебезпечність, рівень перешкодозахищеності й вага, показав, що волоконна оптика в судових умовах є практично безальтернативним засобом одержання й передачі інформації [3 - 9].

Комплекс "шпангоут – інклінометр" доцільно застосовувати для оцінки впливу механічних навантажень при різному впливі зовнішніх гідродинамічних навантажень на корпус судна. Для компенсації нахилу корпусу судна при хитах до

складу комплексу варто додати контрольний інклінометр, який розташовано в умовній діаметральній площині. Для створення більш повної уяви щодо просторової деформації корпусу судна має сенс розташувати декілька згаданих комплексів уздовж судна (рис. 1).

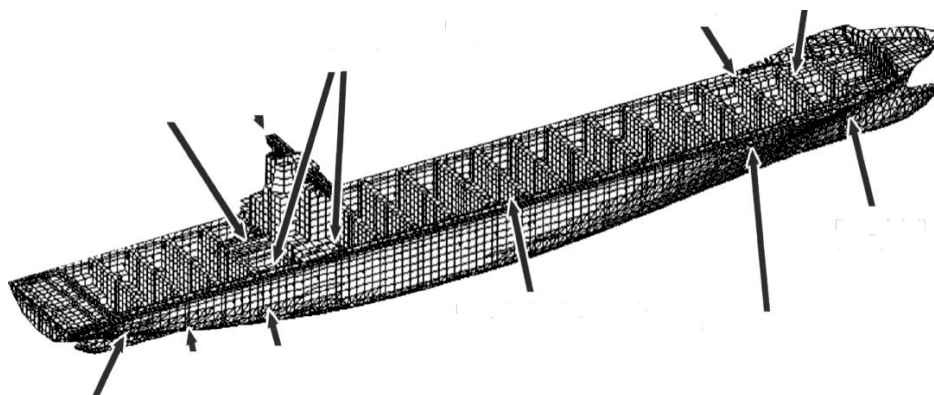


Рис. 1. Точки розташування пар "контрольний – вимірювальний інклінометр" для контролю гідродинамічного навантаження на корпус судна

На підґрунті інформації щодо впливу гідродинамічних навантажень на елементи набору корпусу судна можливо приймати навігаційні рішення. Рішення можуть стосуватися як оперативної зміни курсу, так і змін у найближчій перспективі. Для цього на підставі вимірювальної інформації доцільно проводити аналіз дерева відмов (FTA) являє собою сукупність якісних або кількісних прийомів, за допомогою яких, шляхом аналізу системи, виявляються й вибудовуються в логічний ланцюг ті умови й фактори, які можуть сприяти певній небажаній події, називаному вершиною подій [10].

Для наочності побудований логічний ланцюг представляється в графічній формі й проводиться аналіз виникнення відмови, що полягає з послідовностей і комбінацій порушень і несправностей (рис. 2). Таким чином, дерево відмов буде являти собою багаторівневу графологічну структуру причинних взаємозв'язків, отриманих у результаті простежування небезпечних ситуацій у зворотному порядку, для того щоб полегшити відшукування можливих причин виникнення небажаних подій.

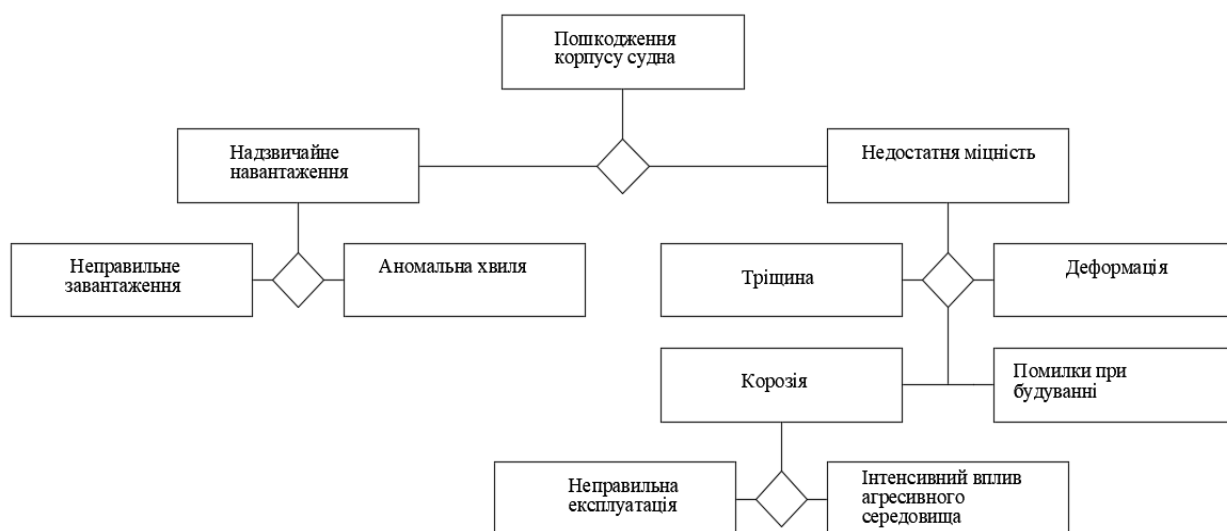


Рис. 2. Приклад дерева відмов

Несправностями або аваріями, що ідентифікуються у "дереві", можуть бути події, пов'язані з ушкодженнями конструкції корпусу судна, навігаційними та експлуатаційними помилками екіпажу або будь-якими іншими подіями, які спричиняють небажана подія. Починаючи з вершини подій, виявляються можливі причини або аварійні стани наступного, більш низького функціонального рівня системи. Подальша поетапна ідентифікація небажаного функціонування системи в напрямку рівнів, що послідовно знижуються, системи приводить до шуканого рівня системи, яким є аварійний стан її компонента.

Аналіз дерева подій (ЕТА) являє собою загальний підхід, який може бути використаний для найрізноманітніших цілей. Цей метод достатній для опису алгоритму побудови послідовності подій, що виходять із основної події (аварійної ситуації), і використовується для аналізу розвитку цієї аварійної ситуації.

Дерево можливих наслідків події моделює можливі результати якої-небудь початкової події, здатного привести до того або іншої кінцевій події, що представляє інтерес для аналізу. Таке дерево дозволяє систематизовано розмежувати послідовності подій при аварії з погляду сприятливих або небажаних результатів для систем і (або) подій, що утворюють ці послідовності подій. У результаті дерево, почавшись із однієї вихідної події, закінчується безліччю кінцевих станів з обліком усіляких результатів. У зв'язку із цим при використанні методу аналізу дерева подій для аналізу системи потрібно будувати окреме дерево стосовно до кожної групи вихідних подій, виявлених після групування вихідних факторів.

Таким чином, сполучення ефективних волоконно-оптичних засобів вимірювання та методологічного апарату дасть змогу підвищити безпеку судноплавства та уникати ушкоджень судна під впливом гідродинамічних сил [11].

### Список використаних джерел:

1. Дрозд, О. В., Сандлер, А. К. Загальносуднові системи – чи доцільна суцільна економія? // *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche: Raccolta di articoli scientifici «ΛΟΓΟΣ» con gli atti della V Conferenza scientifica e pratica internazionale*, Bologna, 26 aprile, 2024. Bologna-Vinnitsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC, 2024. – P. 276 - 280.
2. Сандлер, А. К., Дрозд, Е. В. Применение оптических датчиков для мониторинга судовых корпусов // *Автоматизация судовых технических средств*. – 2006. – Вып. 11. – Одесса: ОНМА. – С. 71 - 77.
3. Сандлер, А. К., Дрозд, Е. В. Диагностирование судовых корпусов в задачах повышения безопасности судоходства // *Розвиток наукових досліджень 2006: матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції*. – 2006. – Т.6. – Полтава: Інтерграфіка. – С. 51 - 55.
4. Сандлер, А. К., Дрозд, Е. В. Волоконно-оптические устройства контроля деформаций корпусных конструкций // *Аграрний вісник Причорномор'я*. – 2008. – № 45. – Одеса: ОДАУ. – С. 165 - 170.
5. Дрозд, Е. В., Сандлер, А. К. Повышение безопасности эксплуатации ролкеров // *Судовые энергетические установки*. – 2014. – Вып. 31. – Одесса: ОНМА. – С. 111 - 113.
6. Sandler, A., Budashko, V., Khniunin, S., Bogach, V. Improving the mathematical model of a fiber-optic inclinometer for vibration diagnostics of elements in the propulsion system with sliding bearings // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Applied physics*. – 2023. – Vol. 5. – №. 5(125). – P. 24 - 31.
7. Shizhuo Yin, Paul B. Ruffin, Francis T. S. Yu. *Fiber Optic Sensors*. – CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, 2008. – 477 p.

8. Сандлер, А. К. Інформаційно-вимірювальні пристрої на основі волоконно-оптичних технологій. – Одеса: НУ "ОМА", 2018. – 165 с.
9. Сандлер, А. К. Метод підвищення ефективності діагностування технічного стану судових газотурбінних установок на основі волоконно-оптичних технологій: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20. – К., 2021. – 159 с.
10. Хоанг Минь Шон, Лубенко, В. Н. Трякин, В. Н. Контроль технического состояния конструкций корпуса судна с применением методов оценки риска // Вестник АГТУ. Сер. Морская техника и технологии, 2012. – № 2. – С. 51 - 58.
11. Сандлер, А. К., Никольский, В. В., Хнюнин, С. Г. Использование волоконно-оптических устройств для предотвращения техногенных катастроф на судах // Автоматизация судовых технических средств. – 2004. – Вып. 9. – Одесса: ОНМА. – С. 82 - 90.