



## KAPITEL 2 / CHAPTER 2<sup>2</sup>

### MODERN MEANS AND METHODS OF ENSURING FIRE SAFETY OF MARITIME CARGO TRANSPORTATION

DOI: 10.30890/2709-2313.2023-18-01-012

#### Вступ

Морські перевезення є важливою складовою світової торгівлі, оскільки вантажні судна перевозять товари на значні відстані трансокеанськими магістралями. Однак морські перевезення вантажів також пов'язані зі значними ризиками, зокрема, з ризиком виникнення пожеж на борту суден. Пожежі на вантажних суднах можуть мати катастрофічні наслідки, призводячи до загибелі людей, значних матеріальних збитків і забруднення навколишнього середовища. Забезпечення пожежної безпеки на вантажних суднах вимагає поєднання превентивних заходів, таких як регулярні перевірки безпеки і технічне обслуговування обладнання, а також заходів готовності і реагування, таких як протипожежні тренування і плани дій в надзвичайних ситуаціях. Також необхідно суворо дотримуватися правил і стандартів пожежної безпеки, щоб запобігти виникненню нещасних випадків. На додаток до пожежної безпеки, безпека вантажу також є критично важливою для морських перевезень. Судновласник повинен гарантувати, що товари належним чином захищені, упаковані та марковані, щоб запобігти їх пошкодженню або втраті під час перевезення. Необхідно також вжити належних заходів для запобігання небезпек під час перевезення небезпечних вантажів, які можуть становити загрозу для екіпажу, інших суден або навколишнього середовища. Забезпечення пожежної безпеки та безпеки вантажів під час морських перевезень вимагає комплексного підходу, який охоплює запобігання, готовність, реагування та боротьбу з пожежею.

---

<sup>2</sup>*Authors: Ocheretna Valentyna Valeriivna*



## **2.1. Принципи та правила забезпечення безпеки морського перевезення**

Судно допускається до плавання в міжнародних водах тільки в тому випадку, якщо воно побудоване відповідно до норм системи пожежної безпеки і має на борту необхідні протипожежні засоби, схвалені відповідним органом влади. Сучасне судно оснащено різними типами вогнезахисних засобів і протипожежного обладнання, щоб боротися з будь-яким видом пожежі і гасити її якнайшвидше, перш ніж вона перетвориться на велику катастрофічну ситуацію.

Без сумніву, однією з основних причин аварій на судах є пожежа. Це пов'язано з наявністю на судні надмірної кількості легкозаймистих нафтопродуктів та інших горючих матеріалів. Щороку пожежі на судах призводять до загибелі людей і серйозних пошкоджень самих суден. Незважаючи на те, що пожежній безпеці приділяється велика увага не тільки під час перевірок PSC, а й під час проектування, будівництва та експлуатації суден, загальна частота пожеж на судах не зменшується. Великі пожежі виникали через нездатність розпізнати потенційну пожежну небезпеку, і, перш за все, найкращою профілактикою пожежі є добре підготовлений екіпаж. Гасіння пожеж на сучасних судах вимагає особливого підходу і відрізняється від звичайних дій. Тут важливим є вид і призначення судна, властивості вантажу, а також технічне і протипожежне оснащення. Несвоєчасна ліквідація загорянь далеко від причалів загрожує людськими втратами і матеріальними збитками через неможливість швидкої евакуації.

Пожежа на судні - одна з найнебезпечніших подій, які можуть статися на борту. Якщо пожежу виявлено вчасно, екіпаж може запобігти більшим збиткам, вживши негайних заходів, наприклад, гасіння пожежі за допомогою пожежного шлангу в засобах захисту органів дихання. Якщо пожежа вже поширилася, необхідна професійна допомога, яка може бути надана за допомогою гвинтокрилу або рятувального судна адже це серйозна загроза, яка може спричинити безліч небезпек (Табл.1);



Таблиця 1 – Перелік негативних наслідків від пожеж на борту суден

Втрата життя	Пожежа на борту судна може призвести до загибелі членів екіпажу та пасажирів.
Пошкодження судна	Пожежа може завдати значної шкоди конструкції судна, обладнанню та вантажу, що призведе до дорогого ремонту і простою
Забруднення навколишнього середовища	Під час пожежі можуть загорітися паливні баки судна, вантаж та інші матеріали, що призведе до забруднення моря і морського середовища.
Ризик вибуху	Якщо на борту судна є легкозаймисті матеріали, пожежа може призвести до вибуху, що завдають ще більшої шкоди і ставить під загрозу життя членів екіпажу та пасажирів.
Небезпеки для судноплавства	Якщо судно загоряється в морі, це може ускладнити маневрування, що призводить до потенційних ризиків зіткнення з іншими суднами, скелями або сушею.
Економічні втрати	На додаток до витрат, пов'язаних з ремонтом і простоєм, пожежа на борту судна може призвести до втрати вантажу, що може спричинити значні економічні збитки для судновласника і страховика

Загалом, пожежі на суднах становлять значну загрозу, тому важливо мати на борту належне протипожежне обладнання для мінімізації ризиків і забезпечення безпеки членів екіпажу, пасажирів і навколишнього середовища.

Протипожежна безпека судна - сфера відповідальності судновласника, але на період плавання він делегує її капітану. На кожному судні є помічник капітана з пожежної безпеки, в основному це старший помічник а обов'язки між іншими членами екіпажу розподіляються залежно від їхньої робочої спеціальності. Наприклад, старший механік забезпечує безпеку та стежить за станом і протипожежною профілактикою в машинному відділенні.

Знання та згуртованість екіпажу судна є дуже важливими для швидкого гасіння, адже конструкція будь-якого судна передбачає швидке розповсюдження пожежі по відсіках і приміщеннях. Тому в кожній зоні судна встановлюють стаціонарні системи пожежогасіння, які відповідають певним вимогам. До того ж усі члени екіпажу мають чітко знати послідовність дій під час пожежі та свої обов'язки під час її гасіння. Для цього регулярно проводяться навчання та тренування із застосуванням тренажерів, а члени екіпажу підвищують рівень кваліфікації.



З огляду на кількість людей в екіпажі судна, створюють одну або кілька спеціальних груп, які називають аварійними партіями. Вони необхідні для боротьби з пожежами, затопленнями, несправностями технічних засобів, щоб забезпечити живучість судна. Аварійні партії бувають палубними та машинного відділення. Якщо пожежу на судні не ліквідовано протягом 15 хвилин, то подальша ситуація погіршується в рази. Цьому сприяє швидке нагрівання металевих конструкцій судна, наявність безлічі ємностей із горючими матеріалами.

Під час виникнення загоряння, швидка евакуація людей часто утруднена через обмежені шляхи їх виведення, а тепло водночас з високою швидкістю перекидається на різні суміжні приміщення, в конструкції яких містяться елементи, що легко руйнуються від вогню, наприклад у вигляді пластмаси.

Найчастішими причинами появи пожежі на судні є: недотримання пожежної безпеки, наприклад, куріння в недозволених місцях або неправильна експлуатація електроприладів; пошкодження проведеної на судна електропроводки або різних електроприладів; складування легкозаймистих горючих матеріалів; проведення різних робіт з відкритим полум'ям, наприклад, зварювання деталей, розбризування займистого палива, що потрапляє на гарячі робочі механізми; поява іскор під час роботи або експлуатації обладнання (Рис.1);



**Рис.1 - Основні причини пожеж**



Як було зазначено вище, відповідальність за забезпечення і дотримання правил пожежної безпеки на судах, а також за оснащення судна сучасними оповіщувальними приладами несе судновласник, відповідальність протягом рейсу повністю лягає на капітана. Зобов'язання з відновлення судна після пожежі вже лягає на плечі страхових організацій.



**Рис. 2 - Пожежі на судах та процеси гасіння**

Витоки палива і просочена маслом ізоляція в машинних відділеннях, забиті сопла стаціонарних систем пожежогасіння, несправні пожежні водяні насоси, отвори у вентиляційних каналах - список неприйнятних ремарок і невідповідність заходам протипожежної безпеки, які спостерігаються під час інспекцій державного портового нагляду, довгий - і що ще більш тривожно, він не сильно змінюється з року в рік.

Великі пожежі виникали через нездатність розпізнати потенційну пожежну небезпеку, і, перш за все, найкращою профілактикою пожежі є добре підготовлений екіпаж. Навчання і передача досвіду між членами екіпажу повинні бути спрямовані на створення взаємного розуміння всіх пожежних небезпек, присутніх на борту, і їх потенційних наслідків. Пам'ятайте, що звичайні моряки можуть зіткнутися з пожежами, які кинуть виклик навіть найдосвідченішим пожежникам.

Безпека судна і його екіпажу в підсумку залежить від якісного



проектування, підготовки оператора і екіпажу, а також від того, наскільки уважно вони ставляться до заходів із запобігання пожежі. Тому компанії повинні пам'ятати, що, хоча дотримання вимог пожежної безпеки контролюється владою і класифікаційними товариствами, саме компанія несе відповідальність за встановлення процедур, які гарантують, що судно утримується згідно з положеннями відповідних правил і норм (Кодекс МКУБ, глава 10), а екіпаж належним чином підготовлений і забезпечений достатніми ресурсами/інструментами для виконання своїх завдань відповідно до необхідних стандартів (Кодекс МКУБ, глава 6 і глава 3 відповідно). З досвіду морської галузі дійшли висновку що, ризики часто досягають свого максимуму під час проведення робіт з технічного обслуговування або відразу після них. Ризики, пов'язані з виконанням конкретної операції з ремонту або технічного обслуговування, не завжди легко ідентифікувати, а іноді їх недооцінюють через уявну простоту роботи, яку необхідно виконати. Як наслідок, додаткові заходи безпеки можуть не вважатися необхідними під час і після ремонтних робіт. Типовими прикладами є відсутність дозволів на проведення вогневих робіт та відсутність пожежного нагляду. Після періоду технічного обслуговування час, доступний для підготовки судна і повернення його в експлуатацію, може бути обмеженим. Наприклад, встановлення знятих ізоляційних матів або брызкозахисних екранів в машинному відділенні часто залишається на розсуд екіпажу під час рейсу.

## **2.2. Профілактика та попередження виникнення загорянь на борту судна**

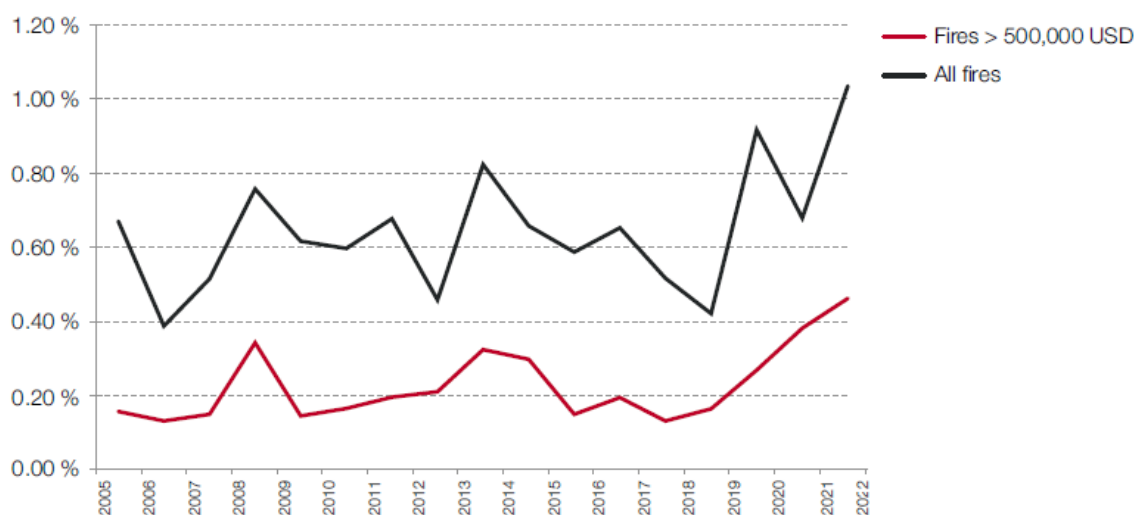
У квітні 2022 року Берегова охорона США опублікувала річний звіт за 2021 рік щодо контролю держави порту (Port State Control, PSC). Як і в попередні роки, висновки, пов'язані з неналежними системами та заходами пожежної безпеки на борту суден, що відвідують порти, очолюють список причин недоліків, що підлягають усуненню, за версією PSC.

Згідно з Правилем II-2/14 Конвенції СОЛАС, усі засоби протипожежного захисту повинні утримуватися в належному стані і бути доступними для





використання. Також вимога Правила СОЛАС I/11 полягає в тому, що про будь-які дефекти, які впливають на безпеку судна або його відповідність статутним вимогам, необхідно повідомляти клас і адміністрацію прапора. Судно затримується тільки тоді, коли воно вважається непридатним для виходу в море або виявлені дефекти становлять необґрунтований ризик для судна, його екіпажу або навколишнього середовища.



**Рис. 3 - Частота пожеж на судах, за роками аварій**

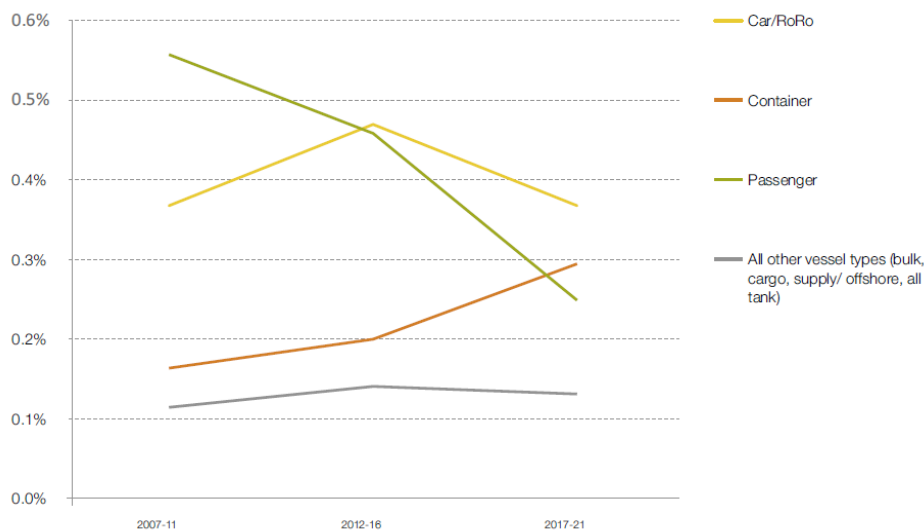
Серед розповсюджених проблем це витіки мазуту, просочена мастилом ізоляція/відставання, надмірна кількість мастила в трюмах машинного відділення, неробочі швидкозакривні клапани на паливних і мастильних баках, або які блокуються у відкритому положенні, тощо - все це свідчить про незадовільний стан технічного обслуговування і ремонту судна та є ознаками незадовільного технічного обслуговування та догляду за машинним відділенням. До цього можна додати відключені або непрацюючі пожежні датчики. Спостерігаються навіть повідомлення про те, що датчики диму накріті поліетиленовими пакетами, а стандартні побутові датчики диму на батарейках є єдиним джерелом виявлення пожежі в житлових приміщеннях. Виявляються порушення конструктивних протипожежних бар'єрів, зокрема несправні протипожежні двері, непрацюючі протипожежні клапани, пошкоджені вентиляційні канали.

Доволі часто стаціонарні системи пожежогасіння у неробочому стані, наприклад, через неправильне/закрите положення випускного клапана або забиті



брудом і сміттям розпилювачі. Як приклад було виявлено, що всі спринклерні головки в судновому фарбувальному цеху були забиті ганчір'ям. Несправні пожежні насоси, що подають менший тиск або меншу кількість води, ніж потрібно, а також пошкоджені або перегнिलі пожежні шланги. Переносні вогнегасники з низьким тиском або взагалі без тиску в балонах. Все перелічене констатує сумну статистику що частота пожеж на суднах не зменшується.

Щороку пожежі на суднах призводять до загибелі людей і серйозних пошкоджень самих суден. Незважаючи на те, що пожежній безпеці приділяється велика увага не тільки під час перевірок PSC, а й під час проектування, будівництва та експлуатації суден, загальна частота пожеж на суднах не зменшується. Згідно зі щорічним звітом Північної асоціації морських страховиків (Cefor) за 2022 рік, частота більшості видів нещасних випадків демонструє тенденцію до зниження - за винятком пожеж. Хоча пожежі, пов'язані з вантажем на борту контейнеровозів і суден типу "автомобілевоз/ро-ро", були частою темою для обговорення в галузі в останні роки, більшість пожеж на суднах, як і раніше, виникають у машинному відділенні.



**Рис. 4 - Частота пожеж/вибухів за типом судна, збитки > 500 000 доларів США, за роком аварії**

Найбільша частота пожеж може спостерігатися на пасажирських, автомобільних/ро-ро та контейнерних суднах. На контейнеровозах частота пожеж має тенденцію до зростання. Особливо це стосується





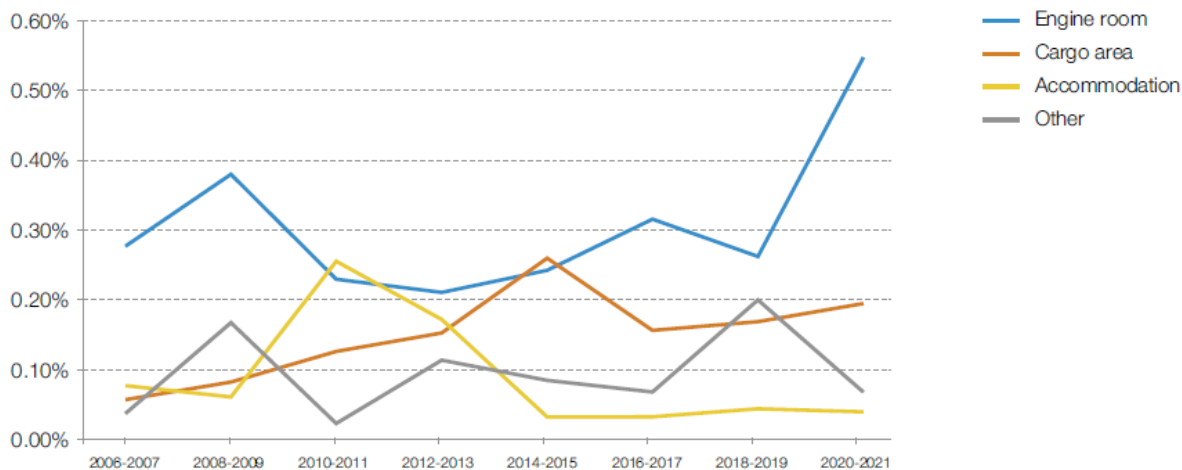
пожеж зі збитками понад 500 000 доларів США. Частота цих дорогих пожеж також залишається високою на автомобільних/ро-ро суднах, в той час як на пасажирських суднах спостерігається деяке покращення. Нещодавнє покращення ситуації на пасажирських суднах може бути пов'язане з вимушеним простоєм протягом тривалого періоду через пандемії Covid-19. У першому кварталі 2019 року на контейнеровозах сталася незвично велика кількість пожеж на контейнеровозах. У 2020 року їх кількість дещо зменшилася, але все ще перевищувала середній показник за роки до 2019 року. У 2021р, статистика демонструє подальше зростання. Аналіз пожеж по відношенню до контейнерного фонду, що відображається частотою заявлених збитків та їхньою вартістю та витратами на одне судно, це підтверджує фактичну тенденцію до зростання частоти пожеж на контейнеровозах, особливо на великих суднах. Статистично очевидне пояснення, чому пожежа в контейнерних і ро-ро сегментах зростає зі збільшенням розміру судна, пов'язане з кількістю вантажу, що перевозиться. При заданій ймовірності виникнення пожежі в будь-якому контейнері, ймовірність того, що виникнення пожежі хоча б в одному з контейнерів буде зростатиме майже прямо пропорційно до кількості контейнерів. Чим більша кількість контейнерів на борту, тим вища ймовірність того, що принаймні в одному з контейнерів може містити щось, що самозаймається і спричинить пожежу. Крім того, чим більше судно, тим серйозніші наслідки найгіршого сценарію пожежі на цьому судні.

За даними Міжнародного союзу морського страхування, пожежі в машинному відділенні є одним з найпоширеніших видів інцидентів на суднах, на які припадає близько 50% всіх морських інцидентів. Однак частота цих інцидентів зменшилася за останні роки завдяки вдосконаленню заходів безпеки та кращій практиці технічного обслуговування. Ось деякі конкретні статистичні дані, пов'язані з пожежами в машинному відділенні на суднах:

За даними Міжнародної морської організації (ІМО), у період з 2015 по 2019 рік у машинному відділенні в середньому реєструвалося 140 пожеж на рік. Ці інциденти призводили в середньому до 0,2 смертельних випадків і 1,2 травм на рік за той самий період часу. Несправності електрообладнання є



найпоширенішою причиною пожеж у машинному відділенні, на яку припадає близько 40% інцидентів, за нею слідують пожежі, пов'язані з паливом (20%). Судна, що перевозять небезпечні вантажі, мають вищий ризик виникнення пожеж у машинному відділенні - близько 25% інцидентів стаються на таких судах.



**Рис. 5 - Частота пожеж на судні за відсіками, за типом пожежі, за роком аварії**

Відповідно до статистичних даних у 2020 та 2021 роки сильно постраждала морська галузь від пожеж в машинному відділенні, пожежі в вантажних приміщеннях також демонструють стійке зростання в останні роки. З точки зору лінії за окремими роками, можна спостерігати зростання приблизно в 2,4 рази за весь період з 2005 по 2021 рік. Як пояснювалося вище вище, це зростання слід розглядати у світлі збільшення розмірів суден, що, в свою чергу, збільшує ймовірність виникнення пожеж у вантажних приміщеннях і ускладнює їх гасіння. На відміну від пожеж в машинному відділенні, пожежі, що виникають у вантажному відсіку, є складними для виявити і гасіння. Частота пожеж роками коливається на одному і тому ж середньому рівні. І хоча частота пожеж може бути низькою порівняно, наприклад, з вимогами, пов'язаними з технікою або навігацією, пожежі, як правило, призводять до дуже жорстких вимог через їхні серйозні наслідки і це часто це стає причиною великих матеріальних збитків в морській галузі.

Доброю новиною є те, що пропозиції щодо перегляду та вдосконалення



нормативних заходів пожежної безпеки на контейнеровозах і суднах автомобілевозах типу "PO-PO" тепер включені до порядку денного Комітету з морської безпеки ММО (MSC). Варто також зазначити, що велика кількість пожеж в машинних відділеннях, спричинених витокami з мазутних систем низького тиску в поєднанні з гарячими поверхнями, є важливою сферою уваги Cefor з 2017 року, див. Меморандум Технічного форуму №6. Ця проблема також була піднята перед класифікаційними товариствами IACS, і наразі триває обговорення можливих заходів для зменшення ризику таких пожеж.

Належні процедури, навчання та обізнаність залишаються ключовими. Безпека судна і його екіпажу в кінцевому підсумку залежить від якісного проектування, підготовки оператора і екіпажу, а також від того, наскільки уважно вони ставляться до заходів із запобігання пожежам. Тому компанії повинні пам'ятати, що, хоча дотримання вимог пожежної безпеки контролюється владою і класифікаційними товариствами, саме компанія несе відповідальність за встановлення процедур, які гарантують, що судно утримується у відповідності до цих вимог.

Найголовнішим протипожежним заходом на судні є проведення інструктажу обслуговуючого персоналу і співробітників, які працюють. Якщо плавальний транспорт займається перевезенням пасажирів, то в першу добу після відплиття персонал ретельно вивчає правила пожежної безпеки на суднах, знайомиться з місцями розподілу рятувальних засобів, а також опрацьовує правила їх застосування на воді.

Під час протипожежної підготовки всіма членами екіпажу обов'язково вивчають конструкцію плавального транспорту і схему розміщення на судна сучасного захисту від виникнення пожежі, організацію самого процесу пожежогасіння та засоби для гасіння вогню, а також правила їх застосування. Обов'язково уточнюються точки збору всіх членів екіпажу в разі появи пожежі та вивчаються особисті заходи дотримання безпеки. Найбільш відвідувані командою місця на судні обладнуються стендами, на яких міститься інформація про розташування різних вогнестійких і вогнезатримувальних конструкцій. На них розташовано схему, на яку нанесено пункти управління протипожежними засобами, і позначено приміщення, в якому



розміщена схема пожежної сигналізації. Також на цих стендах зазначено шляхи евакуації, а також засоби швидкого доступу до різних суднових приміщень і відсіків, що мають стаціонарні системи гасіння вогню, пристрої для управління ними, розташування пожежних кранів. На стендах обов'язково позначені місця розташування інструкцій з технічного обслуговування і застосування всіх наявних сучасних протипожежних засобів. На судні в обов'язковому порядку мають бути сформовані спеціальні групи співробітників, які займають місце на спеціальних контрольних постах. Вони займаються розвідкою пожежі та герметизацією приміщень, евакуацією людей та іншими заходами.

Обов'язковим елементом для судна є наявність спеціального поста, на якому встановлюють систему гучного сповіщення та швидкого виявлення вогнищ загоряння; автоматичну спринклерну систему гасіння пожежі, систему керування роботою автоматичних дверей; вентилятори, а також систему зв'язку та сучасну пожежну сигналізацію; мікрофон для здійснення гучномовного зв'язку. Заходами, за допомогою яких забезпечується пожежна безпека суден, є створення конструкції судна відповідно до правил, обов'язкове оснащення суден протипожежним сучасним устаткуванням, зберігання протипожежної техніки в доступних місцях, виконання всіх правил і вимог членами екіпажу, суворе дотримання протипожежного режиму.

Профілактика пожеж - найважливіша частина боротьби із загоряннями на судні: по-перше, перевіряється справність технічних засобів, цілісність переборок, працездатність систем пожежогасіння. Усі результати і дані оглядів заносяться в судновий журнал, по-друге, проводиться навчання з пожежної безпеки на суднах. Члени екіпажу складають іспити й отримують сертифікати та дипломи про прослуховування курсу. Своєчасні інструктажі закріплюють знання і допомагають дізнатися специфіку судна в частині пожежної безпеки. Також складають плани пожежогасіння, на яких зазначено розміщення всіх необхідних технічних засобів і пристроїв у різних відсіках судна.

Протипожежні тренування проводяться екіпажем, припускаючи, що на борту виникла пожежа; у більшості випадків тренування проводяться в машинному відділенні через високу ймовірність виникнення пожежі. Як правило, пожежники намагаються загасити вогонь, а якщо це не вдається,



здійюється стаціонарна система пожежогасіння. У зв'язку з цим, сценарій пожежних тренувань дуже важливий не тільки для підвищення компетентності екіпажу в боротьбі з пожежею, але і для безпеки пожежників. Під час навчань капітан повинен приймати рішення про застосування пожежної команди. Однак на більшості суден час відходу з місця пожежі не вказується, а рішення приймається пожежниками на основі сигналу тривоги про низький тиск у повітряному балоні. Перевіряється час необхідний для збору екіпажу, час прибуття до місця пожежі, час надягання пожежного спорядження, час пересування пожежників на місці пожежі залежно від рівного майданчика або сходів, а також тиск води в пожежному рукаві. Крім того, допустимий час для проведення робіт з гасіння пожежі оцінювався шляхом аналізу обмеження робочого часу на основі споживання повітря автономним дихальним апаратом. В результаті слід розробити базовий модельний стандартний сценарій навчань з гасіння пожежі, який показує порядок дій відповідно до часу. Модель стандартного сценарію слід бути модифіковано відповідно до обставин на кожному судні, і це буде великою поміччю для забезпечення безпеки пожежників і судна.

Ризик людського життя під час пожежі в машинному відділенні приблизно в чотири рази вищий, ніж у громадських приміщеннях, і що необхідно систематично проводити тренування з евакуації відповідно до сценаріїв. Під час тренувань з гасіння пожежі в машинному відділенні, як правило, екіпаж спочатку пробує гасити пожежу водою в якості пожежників, а потім здійснюється стаціонарна система пожежогасіння, коли гасіння пожежі водою неможливе.

Коли гасіння пожежі здійснюється екіпажом, відповідальний офіцер або інженер, відповідальний за місце пожежі, і капітан на містку повинні звертати увагу на час, що минув з моменту прибуття пожежників на місце пожежі. Це пов'язано з тим, що час перебування пожежників на місці пожежі може бути обмежений споживанням повітря в автономних дихальних апаратах пожежного спорядження. Однак, майже всі сценарії, які використовуються на більшості суден, не мають вказівки на час евакуації пожежників на основі передбачуваного споживання повітря, а рішення про евакуацію залишається за пожежниками на місці пожежі.



На суднах в обов'язковому порядку чергує пожежна вахтова служба. До її обов'язків входить перевірка дотримання вимог пожежної безпеки членами екіпажу, обходи судна, огляд протипожежного закриття. Саме на пост вахтової служби насамперед надходить сигнал про виявлення загоряння або задимлення.

Встановлено правила щодо поводження з електроприладами, пожежонебезпечними речовинами, використання вогню на суднах, а також окреслено вимоги щодо відведення певних місць для паління та їх оснащення засобами безпеки й маркуванням. Вогневі роботи часто доводиться проводити під час плавання. Однак це може спричинити створення аварійної ситуації, зокрема виникнення пожежі на судні. Перед початком таких робіт їх узгоджують з капітаном і дотримуються всіх правил захисту.

Також на суднах не можна захаращувати проходи та евакуаційні шляхи, все обладнання та технічні засоби пожежогасіння мають бути справними. Залежно від довжини судна створюють певну кількість аварійних постів. На одних із них зберігають засоби пожежогасіння та інструмент. У деяких випадках дозволено об'єднувати пости в один, якщо розмір судна невеликий.

Система сигналізації та оперативного пожежогасіння на сучасному судні є дуже важливою частиною його конструкції. Під час її проектування обов'язково враховуються такі чинники, якими є автономність цього судна; наявність у його конструкції горючих і легкозаймистих матеріалів; розміщення системи поруч із судновими приміщеннями.

Стаціонарні системи для погашення вогнища пожежі на судні проектуються і закладаються під час будівництва судна. Усі сучасні судна мають водяні системи пожежогасіння, які застосовують для захисту коридорів, громадських, а також житлових суднових приміщень під час пожежі, пінні системи, які встановлюють у внутрішніх приміщеннях, у яких виникає пожежа класу В, а також газові системи, що захищають судно від виникнення пожежі класу С.

Місцем розміщення системи об'ємного пожежогасіння на сучасному судні є машинне відділення з розташованими в ньому двигунами, що працюють на рідкому паливі; приміщення, в яких розташовані основні джерела подачі електрики; місця з розгалуженням основних енергетичних магістралей; місця, де встановлені електродвигуни і вентиляційні мережі обладнання.





Система пожежогасіння на судні за допомогою води монтується під час закладення судна і є кільцевою або лінійною. Міцні магістральні труби цієї системи забезпечують необхідний напір рівня води при виникненні пожежі. Житлові відсіки судна оснащуються розпилювачами води з плавкими вставками, стійкими до максимально високої температури.

Він подає воду, що набирається, в трубопровід. Також за допомогою цієї системи формується щільна водяна завіса в тих місцях, де немає можливості для розміщення вогнетривких перегородок.

Газова або порошкова система гасіння вогню на судні застосовується тільки у вантажних відсіках, а також у приміщеннях з генераторами і у відділі насосів на камбузі.

Сигналізацією виявлення пожежі в обов'язковому порядку оснащуються всі приміщення судна. Суднова сигналізація може бути пожежною, авральною або повсякденною. Наприклад, на теплоходах встановлено автоматичну сигналізацію, що подає гучний тривожний сигнал у приміщення ходової рубки в разі появи пожежі або значного перевищення температури навколишнього повітря в різних суднових приміщеннях.

Пожежна сигналізація на величезних вантажних і буксирних суднах встановлюється через відсутність місця постійної вахти в працюючому машинному відділенні. Тривожний сигнал "Пожежа" може бути ввімкнений за допомогою змонтованих ручних або автоматичних сучасних пожежних сповіщувачів. Існують такі види суднової автоматичної системи виявлення пожежі:

- електрична пожежна сигналізація, яка точно повідомляє про місце виникнення пожежі;
- димосигнальна пневматична сигналізація, що передає сигнал про пожежу на приймальну станцію;
- ручні сповіщувачі, встановлені в легкодоступних місцях; автоматичні сповіщувачі, встановлені в житлових і службових місцях приміщення, а також у приміщеннях із легкозаймистими матеріалами;
- максимальні температурні сповіщувачі, що реагують на зміну температури повітря в приміщенні;



- диференціальні сповіщувачі, що реагують на швидкість підвищення температури.

Усі ці види сучасної пожежної сигналізації дають змогу своєчасно виявити осередок виникнення пожежі та провести всі необхідні заходи для його усунення.

### **2.3. Система протипожежної безпеки судна та дії у випадку пожежі**

Сучасне протипожежне обладнання на судах включає в себе ряд інструментів і систем, призначених для виявлення, запобігання та гасіння пожеж. Деякі з найпоширеніших типів протипожежного обладнання, що зустрічаються на судах, включають

1. Системи пожежогасіння. Автоматизовані системи, які виявляють і гасять пожежу, випускаючи вогнетривкі матеріали або воду. Вони можуть бути встановлені в машинних відділеннях, вантажних трюмах та інших місцях судна, де найбільш ймовірно виникнення пожежі.

2. Переносні вогнегасники. Ручні пристрої, які можна використовувати для гасіння невеликих пожеж. Вони бувають різних типів, наприклад, сухі хімічні, CO<sub>2</sub> і пінні, кожен з яких призначений для певних типів пожеж.

3. Пожежні шланги та насадки. Використовуються для подачі води на пожежу і зазвичай підключаються до суднової системи водопостачання або пожежного насоса. Вони мають бути довговічними, стійкими до високого тиску та корозії в солоній воді.

4. Пожежна сигналізація та детектори диму. Пристрої, які виявляють дим або тепло і попереджають членів екіпажу про наявність пожежі. Зазвичай вони пов'язані з центральною панеллю управління, яка може активувати інше протипожежне обладнання.

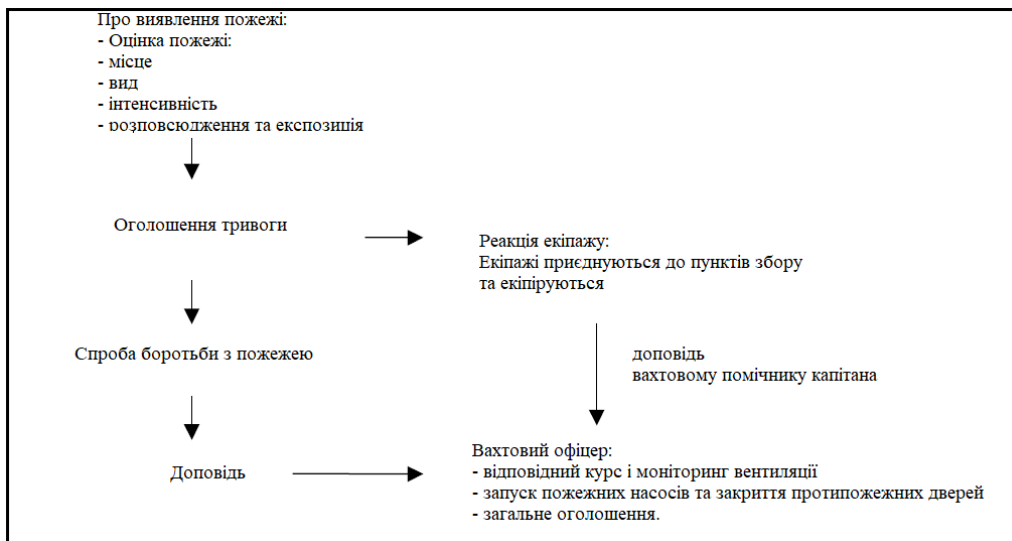
5. Термостійкий одяг і дихальні апарати. Їх носять члени пожежної команди, щоб захистити себе від спеки та диму під час гасіння пожежі. Одяг виготовляється з таких матеріалів, як номекс або кевлар, а дихальні апарати забезпечують подачу чистого повітря.



6. Пожежні покривала. Використовуються для гасіння невеликих пожеж або для обгортання людини, щоб захистити її від вогню.

Загалом, сучасне протипожежне обладнання на судах розроблене таким чином, щоб бути надійним, простим у використанні і здатним протистояти суворим морським умовам. Воно є невід'ємною частиною суднової безпеки і допомагає запобігти та мінімізувати шкоду, спричинену пожежами в морі. Боротьбою з пожежею на судні керує його капітан або за його відсутності інші уповноважені особи. Капітана несе повну відповідальність за судно. В екстремальній ситуації, такій як пожежа на борту, його роль дуже важлива і полягає в тому, щоб керувати і контролювати аварійне реагування, щоб впоратися з пожежею. Основні дії при цьому:

- розвідка пожежі;
- локалізація;
- попередження вибухів;
- безпосередньо ліквідація джерела загоряння.



**Рис. 6 - Сценарій реагування від виявлення пожежі до загального оголошення**

Після того, як капітан отримав звіт про стан справ від вахтового офіцера, перше, що він повинен зробити, - це встановити зв'язок. Ця комунікація може бути як внутрішньою, так і зовнішньою. Внутрішній зв'язок має бути встановлений між капітаном та іншими членами екіпажу. Успіх ліквідації



пожежі залежить від якості комунікації. Капітан повинен повідомити іншим членам команди про ситуацію. Для інших членів команд це дає можливість доповідати про ситуацію і отримати вказівки від капітана. Найбільш універсальне обладнання, яке можна використовувати для зв'язку, - це рації або портативні радіостанції, оскільки їм не загрожує вогонь, тоді як стаціонарні телефони можуть вийти з ладу, якщо згорить дрiт. Однак, всі доступні засоби повинні бути враховані під час пожежі, щоб оптимізувати ефективність.

На основі звітів має бути налагоджена зовнішня комунікація. Існують різні види повідомлень, які потрібно надсилати залежно від ситуації:

- Повідомлення про лихо до MRCC (Морського рятувально-координаційного центру) та іншим суднам, якщо необхідна допомога, із зазначенням типу необхідної допомоги.

- "Тривожне повідомлення" для "всіх суден" або "суднових станцій", що знаходяться поблизу, з повідомленням про пожежу із проханням залишитися на зв'язку для отримання додаткової інформації.

- "Повідомлення з порадами", щоб оновити тривожне повідомлення.

- "Повідомлення про скасування", що передається, коли пожежу ліквідовано.

Оцінка ситуації є основою всіх заходів, що вживаються під час негайного реагування; вахтовий помічник повинен оцінити ситуацію на основі отриманих ним звітів.

Аналогічно, капітан також повинен провести подальшу оцінку як на основі звіту про стан справ, так і на основі інформації, отриманої від інших членів екіпажу. Зазвичай капітан повинен працювати з кресленням судна та іншими кресленнями, що стосуються пожежної безпеки (план пожежної безпеки), що допоможе йому оцінити ситуацію. Він повинен спробувати, принаймні, визначити наступні фактори при оцінці ситуації:

- Загроза життю і кількість постраждалих.
- Поточна ситуація і дії, що були вжиті раніше.
- Оцінка пожежі: її тип, місцезнаходження, поширення та інтенсивність.
- Шляхи евакуації.



- Доступ до пожежі.
- Ситуація з вентиляцією.
- Імовірні ризики та загрози у разі поширення пожежі.
- Доступ до протипожежного обладнання.
- Постраждала територія та збитки.
- Дії, що вживаються аварійними командами.
- Труднощі, з якими стикаються аварійні команди.

Порядок цього переліку не є суворо дотриманим. Однак можна зазначити, що безпека життя є найважливішою в такій надзвичайній ситуації. Отже, цей фактор повинен бути розглядатися в першу чергу.

Розвідка дає змогу дізнатися параметри пожежі, місця загорянь на судні та масштаби того, що відбувається. Одночасно визначають наявність і обсяг горючих речовин, завалів, особливі умови розвитку пожежі, евакуаційні шляхи. Розвідка полягає в огляді відсіків, вивченні стану конструкцій судна (температура перегородок, їхня цілісність).

Якщо виявлено задимлення, то членів групи розвідки забезпечують засобами індивідуального захисту органів дихання і спеціальними костюмами. Вони можуть використовувати інструмент для розчищення проходів, розбирання конструкції, щоб був доступ до вогнища для пожежної техніки та засобів його гасіння.

Негайно проводиться евакуація людей із небезпечних зон, за неможливості самостійного виходу. Це першочергове завдання, яке виконується за найменшої можливості. Під час їхньої евакуації основна частина засобів пожежогасіння має перебувати на передбачуваних шляхах проходження людей.

Якщо пожежу виявив член екіпажу, який не входить до складу аварійної або вахтової служби, то він зобов'язаний через найближчий сповіщувач подати сигнал на всі пости. Далі вмикається система сигналізації. Вона також подає різні звуки, за якими члени екіпажу дізнаються про те, що відбувається. Наприклад, сигнал оповіщення про пожежу відрізняється від сигналу перед випуском пари у відсіки або каюти. Це необхідно для своєчасної евакуації та недопущення завдання шкоди здоров'ю.

Той, хто виявив пожежу, за можливості повинен знеструмити



електрообладнання, що знаходиться в небезпечній зоні. Для додаткової інформативності необхідно стукати в перегородки і голосно кричати про пожежу. Після ліквідації загорянь проводять ретельний огляд судна.

Якщо гасіння стаціонарними системами не відбувається, то приміщення задраюють, закривають люки. Нагріті конструкції охолоджують вогнегасними речовинами з пожежних стволів, коли це безпечно. Під час гасіння подача таких речовин здійснюється через люки.

Як і на звичайних пожежах, на суднах використовують різні вогнегасні речовини та установки кількох типів. Однак системи пожежогасіння в цьому випадку монтують під час будівництва судна. Коліна трубопроводів встановлюють певним чином. Для конкретних приміщень і суден призначені такі типи систем пожежогасіння:

- житлові приміщення - спринклерна система;
- танкери, газовози, судна з горизонтальним завантаженням - дренчерна система;
- машинне і насосне відділення - пінна система;
- перевезення зріджених газів - порошкова система.

Водяна система пожежогасіння - основна на будь-якому судні. Вона завжди присутня на них незалежно від призначення і розмірів. Буває кільцевою і лінійною. У першому випадку труби розташовують між собою на однаковій відстані і закріплюють. У другому випадку від основної труби йдуть відгалуження. Система водяного пожежогасіння на сучасному судні включає насоси, які захищені спеціальними заслінками, кінгстонами. Вони за необхідності перешкоджають проникненню забортної води в інші відсіки.

На сьогодні гасіння пожежі водою є однією з найбільш економних систем для боротьби з вогнем. Низька собівартість установки абсолютно не відбивається на надійності системи. Простота обслуговування автоматичної системи водяного пожежогасіння дає змогу здійснити монтаж у короткі терміни.

Під час проведення установки використовуються такі хімічні елементи, які не вступають в реакції з водою. Крім цього, вони не схильні до дії високих температур і не втрачають свої робочі характеристики під час їхнього впливу.

Це оптимальні установки, що призначаються для робіт в умовах підвищеної





небезпеки. Додатковим плюсом для установок водяного пожежогасіння є довгий термін їхньої служби без проведення ремонтних робіт.

Позитивною особливістю установок водяного пожежогасіння, незалежно від того, якого вони виду розпилення - спринклерного або дренчерного, є те, що вони розпилюють воду, яка утворює туман.

Таке розпилення відразу знижує температуру приміщення, зупиняючи процес горіння. Водночас вода не заливає приміщення повністю, що значно зменшує майнові втрати. Кільцева система має перевагу - у разі виходу з ладу однієї з ділянок трубопроводу, інші продовжують працювати й охоплюють його підконтрольну зону. Тому відстань між трубами строго регламентована і залежить від розмірів відсіків або ділянки палуби судна. Водяне зрошення і завіси застосовують у виняткових випадках, а також у разі виходу з ладу машинно-котельного відділення судна. Пар становить загрозу для людини, тому необхідна екстрена евакуація з приміщення, якщо пролунав сигнал про початок роботи такої системи пожежогасіння на судні.

Нижче наведено протипожежне обладнання, яке використовується на суднах:

1. Вогнестійка перегородка. Різні класи перегородок, такі як клас А, клас В і клас С, використовуються на суднах для будівництва перегородок в таких місцях, як житлові приміщення, машинне відділення, насосне відділення тощо. Основне застосування таких перегородок - стримування або обмеження поширення вогню в чутливих зонах.

2. Протипожежні двері. Протипожежні двері встановлюються у вогнестійку перегородку для забезпечення доступу з неї. Це двері, що самозачиняються, без жодних обмежувачів.

3. Протипожежні клапани. Заслінки передбачені в системі вентиляції вантажних трюмів, машинного відділення, житлових приміщень і т.д. для того, щоб заблокувати надмірне надходження кисню до вогнища пожежі. Для цього необхідно, щоб положення відкриття і закриття протипожежних клапанів були чітко позначені.

4. Пожежні насоси. Згідно з правилами, судно повинно мати основний пожежний насос і аварійний силовий насос затвердженого типу і потужності.



Аварійний пожежний насос повинен знаходитися за межами приміщення, де розташований основний пожежний насос.

5. Пожежний магістральний трубопровід і клапани. Пожежний магістральний трубопровід, який з'єднаний з основним та аварійним пожежним насосом, повинен бути затвердженого типу та потужності. Для уникнення надлишкового тиску на лінії повинні бути передбачені запірні та запобіжні клапани.

6. Пожежний рукав і насадки. На суднах використовуються пожежні шланги довжиною не менше 10 метрів. Кількість і діаметр шлангів визначаються класифікаційним товариством. Насадки діаметром 12 м, 16 м і 19 м, що використовуються на судні, мають подвійне призначення - струменевий і розпилувальний режим.

7. Пожежні гідранти. Пожежні шланги підключаються до пожежних гідрантів, з яких контролюється подача води. Вони виготовлені з термостійкого матеріалу, щоб найменше постраждати від мінусових температур, а також для того, щоб шланги можна було легко з'єднати з ними.

8. Переносні вогнегасники. Переносні вогнегасники з CO<sub>2</sub>, піною та сухим хімічним порошком передбачені в каютах, на палубі та в машинних приміщеннях, які перевозяться разом з певною кількістю запасних частин, як це передбачено правилами.

9. Стаціонарна система пожежогасіння. CO<sub>2</sub>, піна і вода використовуються в цьому типі системи, яка встановлюється в різних місцях на судні і дистанційно керується ззовні приміщення, що захищається.

10. Система інертного газу. Система інертних газів встановлюється на нафтових танкерах водотоннажністю 20000 тон і вище, а також на танкерах, обладнаних установкою для промивання сирової нафти. Система інертного газу призначена для захисту вантажного простору від будь-яких пожежонебезпечних факторів.

11. Пожежні детектори та сигналізація. У вантажних приміщеннях, житлових приміщеннях, на палубі і в машинних приміщеннях встановлюються системи виявлення пожежі та сигналізації, а також сигналізація, що дозволяє якнайшвидше сповістити про будь-який спалах пожежі або задимлення.



12. Система дистанційного вимкнення та зупинки. Дистанційна зупинка станції передбачена для всіх паливопроводів від мазутних і дизельних баків у машинному відділенні, що здійснюється за допомогою клапанів, які швидко закриваються. Система дистанційної зупинки також передбачена для зупинки обладнання, такого як паливні насоси, очисники, вентилятори, котел у разі пожежі в машинному відділенні або перед розрядкою стаціонарної системи пожежогасіння в В/Р

13. Emergency Escape Breathing Device (EEBD) дихальний пристрій для аварійної евакуації використовується для втечі з приміщення, що горить або заповнене димом. Розташування та запасні частини повинні відповідати вимогам, наведеним у кодексі FSS.

14. Спецодяг пожежника. Для боротьби з пожежею на судні використовується костюм пожежного, виготовлений з вогнетривкого матеріалу затвердженого типу. На вантажному судні повинно бути щонайменше 2 костюми, а на пасажирському судні - щонайменше 4 костюми.

15. Міжнародне берегове з'єднання (ISC). ISC використовується для підключення берегової води до суднової системи для боротьби з пожежею, коли система суднових пожежних насосів не працює і судно знаходиться в порту, на стоянці або в сухому доці. Розмір і габарити є стандартними для всіх суден, і на борту повинна бути принаймні одна муфта з прокладкою.

16. Засоби евакуації: Евакуаційні шляхи і проходи повинні бути передбачені в різних місцях судна разом з драбинами і опорами, що ведуть до безпечного місця. Розмір і розташування визначаються відповідно до нормативних вимог.

Пожежа на борту судна може заповнити коридори та кімнати димом. Це ускладнює орієнтування і викликає дезорієнтацію. Система місцевого освітлення (LLL) призначена для того, щоб спрямувати людей у безпечне місце. Система LLL виготовляється з фотолюмінісцентних продуктів для освітлення кімнат і коридорів. Це може врятувати життя під час пожежі на судні. Освітлений LLL також працює під час відключення електроенергії. Електричні системи LLL можуть бути встановлені як на підлозі, так і на стіні. Вони вважаються "активними" системами, в порівнянні з "пасивними" системами НЛЛ, виготовленими з фотолюмінісцентних матеріалів.



Знаки безпеки мають вирішальне значення в будь-якому робочому середовищі. Вони можуть попередити відвідувачів і членів екіпажу про можливі небезпеки. У разі пожежі на борту знаки евакуації та шляхи евакуації можуть врятувати життя. Знаки евакуації забезпечують чіткий, безпечний спосіб евакуації з коридорів і приміщень, направляючи членів екіпажу до місця збору. Фотолюмінісцентні знаки гарантують, що знаки будуть видимі навіть під час відключення електроенергії. Червоні протипожежні знаки, відповідають Резолюції ІМО А760 (18), мають такі ж фотолюмінісцентні властивості, що робить їх більш помітними.

Контейнер для пожежного плану призначений для зберігання пожежного плану на випадок надзвичайних ситуацій. У ньому зберігається копія пожежного плану або плану евакуації. Плани пожежної безпеки повинні бути завжди виставлені для ознайомлення екіпажу судна з чітким зазначенням кожної палуби відповідно до вимог Правил СОЛАС 1974 року. Контейнер для пожежних планів, призначений для використання як на морських, так і на річкових суднах. Контейнер з червоним покриттям виготовлений з нержавіючої сталі. Пожежний контейнер добре помітний завдяки фотолюмінісцентній етикетці з написом "пожежний план". Він підходить для всіх стандартних розмірів пожежних планів.

Міжнародне з'єднання з берегом призначене для того, щоб мати резервний шланг для підключення з берега або з інших суден для боротьби з пожежею на борту, в разі повної відмови насосів на борту судна. При використанні Міжнародного берегового з'єднання морська вода подається під заздалегідь встановленим тиском і підключається до суднової пожежної магістралі.

Успіх або невдача реагування на пожежу на судні залежить від підготовки призначених для цього ресурсів. Краща підготовка обладнання запобігає втраті дорогоцінного часу, який повинен бути витрачений на боротьбу з пожежею. Правила, що регулюють пожежне обладнання на борту судна, обладнання повинно бути в достатній кількості, щоб забезпечити його використання без обмежень, повинно підтримуватися в ідеальному стані шляхом проведення оглядів і випробувань, повинно бути встановлене в місці, де воно відразу доступне для використання.



## **2.4. Сучасні технологічні рішення для подолання пожежі на борту судна**

Останнім часом у сфері контейнерних перевезень сталася низка гучних пожеж, саме тому слід дослідити технологічні рішення для подолання такого аварійного випадку. Новітні технології можуть бути застосовані для запобігання пожежам у зародку. Посилаючись на телевізійну і візуальну аналітику, безбатарейні датчики, лінійні теплові детектори як на можливі технологічні інструменти, слід зазначити що технології навколо тепловізійної і візуальної аналітики спрямовані на раннє виявлення пожежі, щоб дозволити екіпажу вчасно відреагувати. По-перше слід використовувати самоконфігуруючі мережі, з'єднавши їх з датчиками в контейнері, щоб отримати раннє виявлення підвищення температури або викидів диму. В такому випадку є можливість отримати більш швидке реагування на пожежу контейнера у вантажному трюмі або в штабельній структурі.

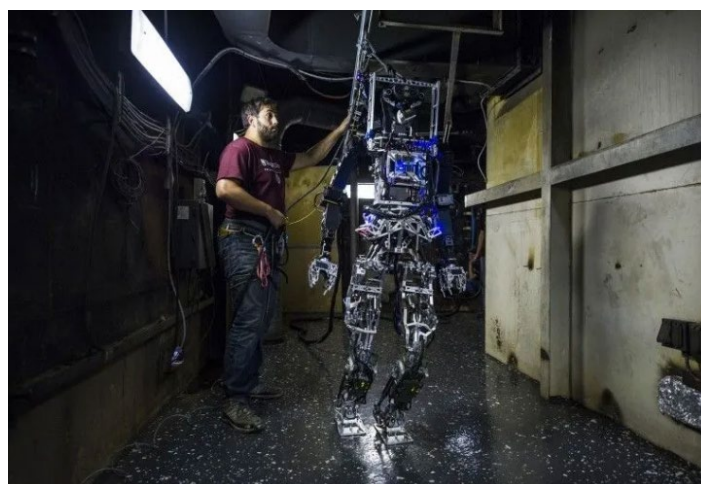
Слід зазначити важливу роль технологій у підвищенні безпеки та зниженні ризиків у морській промисловості. Контейнеровози зараз більші, ніж будь-коли раніше, і це, складним завданням для пожежної охорони через масштаб втрат, які можуть статися під час пожежі вантажу. Бортове обладнання не завжди може бути придатним для боротьби з великими пожежами та обмеження розповсюдження вогню, без чого існує загроза обвалення штабелів. Наявність на борту належного обладнання та навченого персоналу, готового реагувати на пожежі та локалізувати їх, є сферою, де можна досягти покращення. Технології відіграють важливу роль у ранньому виявленні пожежі та підходах до пожежогасіння, які використовуються для обмеження збитків і запобігання повної втрати судна.

Дрони, які можуть виявляти гарячі точки і відстежувати пожежі в режимі реального часу, а також роботи і екзоскелети - це інші технологічні додатки, які потенційно можуть допомогти в гасінні пожеж на борту судна. Дрони можуть забезпечити швидке розуміння місця події, точно визначити місце і масштаби пожежі.



**Рис. 7 - Дрони для пожежогасіння**

Під час пожежі місцезнаходження гарячої точки може змінюватись, і за допомогою дронів знову ж таки можна відслідковувати, куди спрямувати зусилля, залежно від умов. Дрони також можуть нести корисне навантаження, чи то УКХ-радіостанція, чи щось більше для допомоги в гасінні пожежі. Доповнена реальність, зі зв'язком між пожежниками і береговими експертами, підкріплена даними в реальному часі і діями з дронів і датчиків на борту судна, також може допомогти морякам контролювати пожежу.



**Рис. 8 - Робот для боротьби з пожежами на суднах**

Технології, зокрема роботи, також можуть мінімізувати ризики для безпеки пожежників, яким, можливо, доведеться маневрувати навколо штабелів контейнерів. Shipboard Autonomous Firefighting Robot - це робот, що розробляється Управлінням військово-морських досліджень США, який, як випливає з його назви, буде використовуватися для боротьби з пожежами, що





виникають на судах. Роботу може допомагати автономний дрон. Принцип роботи полягає в тому, що безпілотник запускатимуть у темні, задимлені коридори, і він літатиме в пошуках пожежі. Коли він помітить пожежу, він передасть своє місцезнаходження судновому автономному пожежному роботу, який прибуде на місце.

Під час демонстрації безпілотник зміг пролізти в люки судна шириною 26 дюймів. Однак це вимагало використання невеликих пропелерів, що знижувало ефективність безпілотника. Але це лише одна з багатьох проблем, над вирішенням яких працюють розробники.

Робот здатний знаходити і гасити пожежі на судах і безперешкодно працювати з людьми-пожежниками. Метою залучення робота є розробка людино-орієнтованих автономних систем пожежної безпеки та контролю за пошкодженнями, зменшення шкоди судну у морі та скорочення часу на відновлення. Ця технологія дозволить виконати завдання з ліквідації пошкоджень і зменшити людські ризики.

Пожежний робот, який отримав назву Shipboard Autonomous Firefighting Robot (SAFFiR), розробляється для автономного пересування по всьому судну, взаємодії з людьми і боротьби з пожежами, виконуючи багато небезпечних протипожежних завдань, які зазвичай виконуються людьми. Людиноподібний робот повинен мати можливість добре маневрувати у вузьких проходах і сходах, які є унікальними для судна і є складними для навігації більшості старих, простіших роботів.

Робот розроблений з удосконаленою мультимодальною сенсорною технологією для вдосконаленої навігації та набором датчиків, що включає камеру, газовий датчик та стерео інфрачервону камеру, яка дозволяє йому бачити крізь дим. Його верхня частина тіла буде здатна маніпулювати вогнегасниками і кидати гранати з технологією просувних вогнегасних речовин (PEAT). Він живиться від акумулятора, якого вистачить на 30 хвилин гасіння пожежі. Подібно до впевненого в собі моряка, робот також буде здатний ходити в усіх напрямках, балансувати в морських умовах і долати перешкоди.

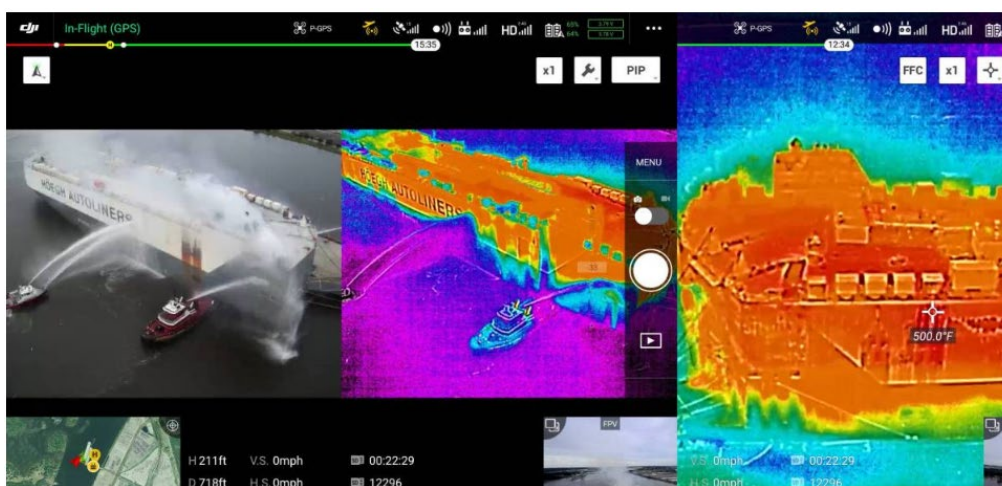
Ще одним ключовим елементом розробки SAFFiR є забезпечення злагодженої роботи персоналу, який займається ліквідацією наслідків аварії, та



робота як команди. Розробляються алгоритми, які дозволять роботу автономно пересуватися і приймати рішення як члену команди. Для забезпечення природної взаємодії з людиною-лідером команди робот матиме мультимодальні інтерфейси, які дозволять йому відстежувати фокус уваги людини-лідера, а також дозволять йому розуміти і реагувати на жести, такі як вказівки і ручні сигнали. Там, де це доречно, може бути включена природна мова, а також інші способи комунікації та нагляду.

Планується, що ці новіші і досконаліші прототипи будуть готові до експериментів вже 2024 року, причому не лише для пожежогасіння на борту судна, а й для усунення небезпек і загального технічного обслуговування суден.

Іншим не менш потужним допоміжним засобом в процесі пожежогасіння на судні є дрони з інфрачервоними камерами, які вимірюють температуру і спрямовують потоки води в найгарячіші місця.



**Рис. 9 - Дрони з інфрачервоними камерами, які вимірюють температуру і спрямовують потоки води в найгарячіші місця**

Деякі пожежно-рятувальний департаменти вже використовують дрони з тепловізійною камерою, щоб спрямувати пожежні команди в найгарячіші місця палаючого судна, щоб допомогти зберегти його структурну цілісність [20].

Як приклад теплоход Hoegh Xiamen, який перевозив автомобілі та іншу техніку по всьому світу, загорівся 6 липня 2020 року одразу після завантаження. Всім членам екіпажу вдалося врятуватися без травм. Однак пожежники, які гасили пожежу, отримали поранення від вибуху під час гасіння, троє з них були



госпіталізовані до лікарні. Пожежа почалася на сьомій палубі судна, де зберігалися автомобілі. Пожежники діяли швидко, закривши вантажні двері судна, щоб позбавити вогонь кисню. Потім пожежники зосередилися на охолодженні зовнішньої частини судна. Вони змогли точно сфокусуватися на різних гарячих точках на зовнішній стороні судна завдяки допомозі дрону DJI, оснащеного тепловізійною камерою. Вважається, що незабаром після того, як пожежники зачинили двері, пролунав вибух, в результаті якого постраждали вісім з 120 пожежників, які були задіяні в боротьбі з вогнем. Пожежні буксири разом з пожежними машинами перекачували близько 25 000 галонів води на хвилину на зовнішню частину судна. На зображеннях, видно, що температура ззовні судна сягає близько 500 градусів за Фаренгейтом, де вогонь знаходився безпосередньо за зовнішньою стіною. Представлені знімки демонструють, як човен обливають тисячами галонів води, щоб охолодити його і не допустити повторного загоряння.

Надміцна конструкція, що витримує навантаження та протиударна, у поєднанні з потужним прицілом та камерою з високою частотою кадрів з функцією нічного бачення, високою точністю запуску, здатна дистанційно та точно запускати вогнегасники у складних пожежних погодних умовах. Завдяки передачі зображення цільова точка прицілювання відображається на наземному пульті управління в режимі реального часу, що значно підвищує точність стрільби та покращує ефективність рятувальних робіт.

Під фюзеляжем двозарядного безпілота встановлені ракетний вогнегасник. Вогневою силою пожежі є ракетна силова установка. Ефективна дальність запуску становить 40 метрів, а довжина вогнегасної трубки - 4,8 метра (найкоротша може бути до 1,2 метра). Пожежні комплекти та вогнегасники наповнені спеціальними вогнегасними речовинами, можна точно та ефективно влучати в осередки пожежі, забезпечуючи гасіння пожежі на висоті для пожежно-рятувальних робіт.

Використовуючи технологію лазерного радара, інтелектуальна система об'їзду перешкод складається з високоточних датчиків. Дальність дії лазера може досягати 100 м, і вона може розпізнавати перешкоди на відстані від 3 до 15 м у передньому напрямку і гальмувати, щоб запобігти випадковому



спрацьовуванню. Подвійний захист від перешкод і дальності робить політ безпечнішим і підвищує ймовірність порятунку.

Слід зазначити що основною задачею дрону є підвищення безпеки шляхом покращення ситуаційної обізнаності перед гасінням судна, поки пілот і пожежники перебувають поза осередком пожежі. Здатність приймати такі рішення дистанційно - тобто без необхідності фізичного підходу на місце виникнення пожежі на судні - може мати вирішальне значення для порятунку тих, хто опинився в пастці під час пожежі, а також підвищити безпеку пожежників, зменшивши їхній ризик потрапляння в небезпечні ситуації.

Основні вимоги для дронів приймаючих участь в гасінні пожежі на судні:

- Сила сигналу. Як далеко дрон може пролетіти всередині судна, перш ніж сигнал почне слабшати;
- Стабільність. Чи виникають труднощі зі стабільністю дрону під час польоту;
- Стійкість до зіткнень. Як дрон поводить себе під час зіткнень;
- Час автономної роботи. Чи є час автономної роботи дрону перешкодою для виконання необхідних робіт;

Робот чи дрон чи будь які інші новітні технології майбутнього мають перевагу а саме бачити світ трьома способами: стереокамера з двома об'єктивами, які дозволяють бачити бінокулярним зором (як людина), тепловізійна камера, яка дозволяє виявляти тепло і бачити крізь дим, і лазерний далекомір, який дозволяє визначати відстань між собою і об'єктом. Досить спритний, щоб тримати пожежний шланг, може як виявити, так і загасити полум'я.

Одного дня роботи патрулюватимуть судна, скануючи неприродне тепло, дим чи інші проблеми, і забезпечуватимуть "постійне спостереження" за небезпеками на борту, які моряки не можуть виявити.

Для того, щоб впоратися з пожежею, потрібно виконати багато кроків. Кожен наступний крок залежить від попереднього. Наприклад, якщо спроба загасити вогонь не була успішною, наступним кроком може бути боротьба з пожежею, що поширюється і є більш серйозною. У світлі цього, негайне реагування є надзвичайно важливим для того, щоб зробити наступні



кроки простішими або навіть непотрібними. Реагування полягає у вжитті відповідних заходів після виявлення пожежі. Вахтовий офіцер повинен проявити відповідну ініціативу, щоб локалізувати пожежу на початковій стадії та підготувати організаційну частину гасіння пожежі.

Рекомендується, щоб екіпаж був ознайомлений з регламентом негайного реагування на пожежу. Ці дії, повинні бути частиною культури безпеки кожного члена екіпажу, що дозволить вжити відповідних індивідуальних заходів, коли пожежа вперше спалахне в морі.

Рекомендується, щоб усі члени екіпажу мали знання про пожежу, вміли оцінювати пожежну ситуацію і реагувати на неї належним чином відповідно до пожежну ситуацію і відповідних факторів. Гарантією цього є тренування, які проводяться на березі і на борту судна. Рекомендується, щоб кожен член екіпажу знав своє завдання в організаційному реагування на пожежу. Такі знання набуваються шляхом відповідного навчання і підтримуються за допомогою частих і відповідних протипожежних тренувань.

Рекомендується приділяти особливу увагу підготовці обладнання для того, щоб використовувати його в належному стані під час пожежі на борту судна. Така мета може бути досягнута лише завдяки належному і частому технічному обслуговуванню та забезпеченню достатньої кількості такого обладнання на борту. Наполегливо рекомендується не розглядати навчання і тренування як марну трату часу або грошей. Не можна нехтувати навчанням і тренуваннями, тому що це єдиний спосіб забезпечення безпечної експлуатації суден з компетентним екіпажем, який може ефективно впоратися з можливою пожежею на борту.

## **Висновки**

Забезпечення пожежної безпеки під час морських перевезень і збереження вантажів має вирішальне значення для захисту життя, майна та навколишнього середовища. Морська галузь повинна впроваджувати суворі заходи і правила безпеки для запобігання пожежам і небезпекам, пов'язаним з вантажами, а також



для ефективного управління ними. Це включає проведення регулярних перевірок і технічного обслуговування суден, навчання членів екіпажу процедурам реагування на надзвичайні ситуації, а також використання передових технологій і обладнання для швидкого виявлення і гасіння пожеж. Крім того, вантажовласники і вантажовідправники повинні дотримуватися правил безпеки і належним чином маркувати, упаковувати і транспортувати небезпечні матеріали. Загалом, комплексний підхід до пожежної безпеки та безпеки вантажів має важливе значення для того, щоб морська галузь продовжувала працювати безпечно і стабільно. Завдяки співпраці, комунікації та прихильності до безпеки ми можемо запобігти нещасним випадкам і захистити морське середовище.