

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент бакалавриата

(наименование)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Противопожарные системы

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Профилактика и тушение пожаров на объектах водного транспорта

Студент

Р.С. Бекетнов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Костюшин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

А. В. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Тема бакалаврской работы: «Профилактика и тушение пожаров на объектах водного транспорта».

В разделе «Организация пожарной безопасности» исследованы: системы жизнеобеспечения судна; средства противопожарной защиты; защита трапов и шахт лифтов в жилых и служебных помещениях и постах управления; организационно-технические мероприятия по обеспечению взрыво- и пожаробезопасности судна.

В разделе «Анализ систем противопожарной защиты и оборудования» исследованы и проанализированы системы противопожарной защиты, применяемые на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море».

Раздел «Организация борьбы с пожаром» посвящен исследованию конструктивных мер, препятствующих возникновению пожара и его развитию в грузовых помещениях, действиям капитана судна и аварийных партий при пожаре, разработке системы по предотвращению самовозгорания и тушения груза на речных судах (сухогрузах).

В разделе «Охрана труда» представлена схема управления охраной труда на судах.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» представлена схема антропогенного воздействия разливов нефти и нефтепродуктов в результате аварии на судах.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» разработан план проведения противопожарных мероприятий на судне и рассчитан интегральный экономический эффект от монтажа системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море».

Бакалаврская работа состоит из шести глав на 53 страницах и содержит 4 таблиц и 12 рисунков.

Abstract

The topic of the bachelor's work: «Prevention and extinguishing of fires at water transport facilities».

The section «Organization of fire safety» examines: life support systems of the vessel; fire protection equipment; protection of ladders and elevator shafts in residential and office premises and control posts; organizational and technical measures to ensure explosion and fire safety of the vessel.

In the section «Analysis of fire protection systems and equipment» the fire protection systems used on the project 17310 river-sea dry cargo ship are investigated and analyzed.

The section «Organization of fire fighting» is devoted to the study of constructive measures that prevent the occurrence of fire and its development in cargo spaces, the actions of the ship's captain and emergency parties in case of fire, the development of a system for preventing spontaneous combustion and extinguishing cargo on river vessels (dry cargo ships).

The section «Labor Protection» presents a scheme for managing labor protection on ships.

The section «Environmental protection and environmental safety» presents a diagram of the anthropogenic impact of oil and oil products spills as a result of an accident on ships.

In the section «Assessment of the effectiveness of measures to ensure technosphere safety», a plan for conducting fire-fighting measures on the ship was developed and the integral economic effect of installing a system for inerting the cargo hold of the ship to prevent spontaneous combustion of cargo and its extinguishing in the event of a fire on a dry cargo ship of the project 17310 «river-sea» was calculated.

The bachelor's thesis consists of six chapters on 53 pages and contains 4 tables and 12 figures.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Организация пожарной безопасности.....	9
2 Анализ систем противопожарной защиты и оборудования	15
3 Организация борьбы с пожаром	28
4 Охрана труда.....	37
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	39
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	41
Заключение	47
Список используемых источников.....	49

Введение

Существует ряд проблем, связанных с воздействием пожара на суда, включая работоспособность средств пожаротушения, текущие проблемы с неправильным декларированием груза, проблемы со спасением и то, сколько времени может потребоваться для доступа к портам [21].

Крупные пожары на судах являются одной из самых больших опасностей для мировой судоходной отрасли [22].

Крупный пожар на грузовом судне произошел 7 марта 2018 года, когда на борту сверхбольшого контейнерного судна (ULCS) Maersk Honam произошел пожар. 353-метровое судно загорелось к юго-востоку от Омана по пути из Сингапура в Суэц. Пожар в надстройке был прекращен, и члены экипажа были эвакуированы. Трагически погибли пятеро [23].

Операция по спасению была сложной. Потребовалось пять дней, чтобы взять пожар под контроль, и еще семь недель, прежде чем судно можно было отбуксировать в подходящий порт убежища – Джебель – Али в ОАЭ для разгрузки. Когда произошел инцидент, он перевозил 7860 контейнеров [24].

Этот инцидент не первый крупный пожар, связанный с большим контейнеровозом за последнее время. В 2017 году судно MSC Daniela горело дольше недели у берегов Шри-Ланки. В течение 2016 года произошел ряд инцидентов, включая судно CCNI Arauco, которое загорелось в Гамбурге. В 2012 году пожар на борту немецкого контейнеровоза MSC Flaminia бушевал в течение шести недель, что привело к гибели трех членов экипажа, уничтожению 70% груза и объявлению судна конструктивной полной потерей [24].

В то время как системы пожаротушения были разработаны для обеспечения того, чтобы экипаж мог обеспечить свою безопасность и тем самым соответствовать требованиям Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (SOLAS), возможности пожаротушения на

борту не поспедали за увеличением размеров грузовых судов, чтобы обеспечить сохранность самого судна [25].

Усовершенствованное противопожарное оборудование на борту судна, правильное декларирование и хранение грузов должны значительно снизить риск возникновения пожара [1].

Целью работы будет – разработка технических, технологических средств, обеспечивающих профилактику и тушение пожаров на объектах водного транспорта.

Задачи:

- исследовать системы жизнеобеспечения судна, средства противопожарной защиты, защита трапов и шахт лифтов в жилых и служебных помещениях и постах управления; организационно-технические мероприятия по обеспечению взрыво- и пожаробезопасности судна;
- исследовать и проанализировать системы противопожарной защиты, применяемые на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море»;
- исследовать конструктивные меры, препятствующие возникновению пожара и его развитию в грузовых помещениях;
- рассмотреть действия капитана судна и аварийных партий при пожаре;
- разработать системы по предотвращению и тушению пожаров на речных судах (сухогрузах);
- исследовать схему управления охраной труда на судах;
- произвести оценку антропогенного воздействия разливов нефти и нефтепродуктов в результате аварии на судах;
- произвести оценку эффективности проведения мероприятий по повышению пожарной безопасности объекта.

Термины и определения

В настоящей ВКР применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Судно «река-море» – «судно, предназначенное для эксплуатации на внутренних водных путях и пригодное для ограниченной эксплуатации в море» [19].

Живучесть судна – «совокупность мореходных, конструктивных и технологических особенностей судна, позволяющих экипажу бороться с последствиями аварии за сохранение судна» [19].

Палуба – «горизонтальное перекрытие корпуса судна, расположенное по всей его длине» [20].

Машинное отделение – «помещение, в котором установлены главные и вспомогательные двигатели» [19].

Котельное отделение – «помещение, в котором установлен утилизационный котел или котел, работающий на топливе для получения горячей воды» [19].

Грузовой трюм – «судовое помещение, ограниченное носовой и кормовой переборками, открытое или закрытое посредством люковых закрытий, предназначенное для размещения груза» [19].

Рулевая рубка – «судовое помещение, предназначенное для размещения приборов и аппаратуры для управления судном» [19].

Камбуз – «судовое помещение, содержащее плиту или иное подобное оборудование для приготовления пищи» [19].

Судовая система – «сеть трубопроводов с обслуживающими их механизмами, аппаратами и приборами, предназначенными для выполнения на судне определенных функций» [19].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей ВКР применяют следующие сокращения и обозначения:

АП – аварийная партия.

АПС – автоматическая пожарная сигнализация.

БС – бактериальные средства.

ВЛ – ватерлиния.

ВП – внутренние пути.

ВППС – водяная противопожарная система.

ГКП – главный командный пункт.

ГРЩ – главный распределительный щит.

ДГ – дизель-генератор.

ИР – извещатель ручной.

ЛБ – левый борт.

МКО – машинно-котельное отделение.

МО – машинное отделение.

МП – место пожара.

НПА – нормативные правовые акты.

ОВ – отравляющие вещества.

ОХТ – объёмное химическое тушение.

ПБ – правый борт.

ПУС – пульт управления судном.

РВ – радиоактивные вещества.

СВЗ – система водяной защиты

СЖТ (СЖБ) – система жидкостного тушения.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СУОТ – система управления охраной труда.

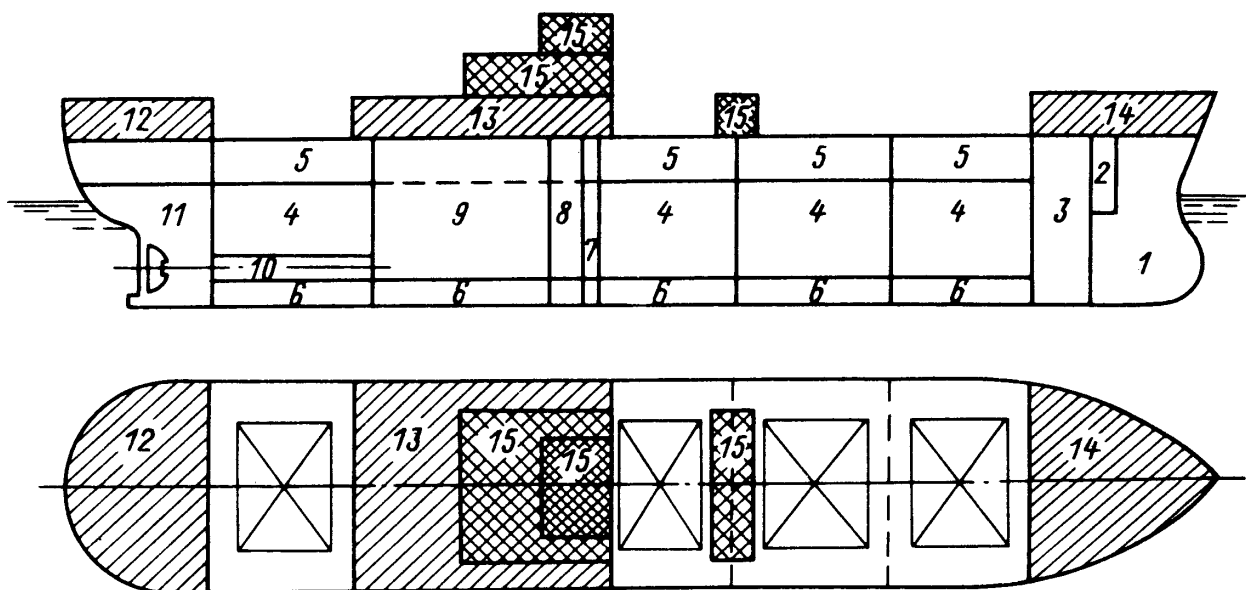
УСВЗ – универсальная система водяной защиты.

ЦПУ – центральный пульт управления.

1 Организация пожарной безопасности

Конструктивно судно разделяется на различные зоны при помощи противопожарных перегородок [18].

Пример размещения помещений на сухогрузном судне показан на рисунке 1.



1-форпик, 2-цепной ящик, 3-диптанк, 4-грузовой трюм, 5-твиндек, 6-цистерны двойного дна, 7-коффердам, 8-диптанк, 9-машинное отделение, 10-туннель гребного вала, 11-ахтерпик, 12-ют (надстройка), 13-средняя надстройка, 14-бак (надстройка), 15-рубки.

Рисунок 1 – Общая схема универсального сухогрузного судна

Открытые поверхности подволоков в жилых и служебных помещениях и постах управления должны иметь характеристики медленного распространения пламени [20].

Все открытые поверхности коридоров и выгородок трапов и поверхности, включая обрешетник, в скрытых и недоступных местах жилых и служебных помещений и постов управления должны иметь характеристики медленного распространения пламени [20].

Пример деления на противопожарные зоны представлен на рисунке 2.

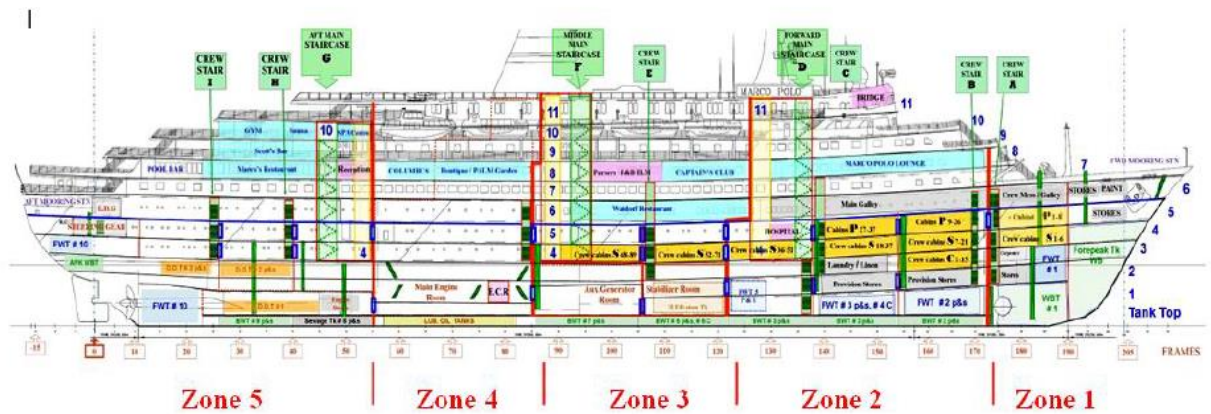


Рисунок 2 – Пример разделения судна на противопожарные зоны

Проёмы в данных противопожарных перегородках закрываются при помощи противопожарных дверей с магнитными держателями, которые представлены на рисунке 3.

Прерыватель Магнитного держателя двери



Магнитный держатель на двери



Рисунок 3 – Противопожарные двери с магнитными держателями

Рассмотрим, как осуществляется защита трапов и шахт лифтов в жилых и служебных помещениях и постах управления.

Трап, который выгорожен только в одном междупалубном пространстве, должен рассматриваться как часть помещения, от которого он не отделен противопожарной дверью. Такие трапы, проходящие только через одну палубу, должны быть защищены по меньшей мере на одном уровне как минимум перекрытиями класса «В-О» и samozакрывающимися дверями. Лифты, проходящие только через одну палубу, должны быть выгорожены перекрытиями класса «А-О» со стальными дверями на обоих уровнях. Трапы и шахты лифтов, проходящие более чем через одну палубу, должны быть выгорожены как минимум перекрытиями класса «А-О» и защищены samozакрывающимися дверями на всех уровнях [13].

На судах, имеющих жилые помещения на 12 человек или менее, когда трапы проходят более чем через одну палубу и имеются по меньшей мере два пути эвакуации непосредственно на открытую палубу на каждом уровне расположения жилых помещений допускается замена класса «А-0» на «В-0».

Краски, лаки и прочие отделочные материалы, применяемые на открытых поверхностях внутри помещений, не должны выделять чрезмерное количество дыма и токсичных веществ, что процедурами испытания на огнестойкость [7].

Первичные палубные покрытия, если они применяются в жилых и служебных помещениях и постах управления, должны быть из одобренного материала, который не является воспламеняющимся или представляющим опасность в отношении выделения токсичных или взрывоопасных веществ при повышенных температурах, что определяется процедурами испытания на огнестойкость [10].

Общий объем горючих обшивок, лепок, декораций и облицовок в любом жилом и служебном помещении, ограниченном негорючими переборками, подволоками и зашивками, не должен превышать объема,

занимаемого облицовкой толщиной 2,5 мм по всей площади переборок и подволоков [13].

Воздушные пространства за подволоками, панелями или зашивками должны быть разделены плотно пригнанными предотвращающими тягу заделками (барьерами), установленными на расстоянии не более 14 м друг от друга. В вертикальном направлении такие воздушные пространства, включая пространства за зашивками трапов, шахт и т.д., должны быть перекрыты у каждой палубы [13].

Наиболее пожароопасным помещением на судне является машинное отделение. К МО примыкают: с носа – помещение рефрижераторных машин, с кормы – ЦПУ, вентиляторная и отсек вспомогательных механизмов, над МО находится жилая зона, под МО в междудонном пространстве находятся запасные топливные и масляные цистерны [4].

На палубе трюма МО установлены: главный и два вспомогательных двигателя с генераторами 400 вольт, вспомогательный котел, пожарный насос №1, водоотливной насос, сепараторы топлива и масла, баллоны сжатого воздуха, циркуляционная масляная цистерна. По обоим бортам МО находятся расходные топливные цистерны №№1 и 3, у носовой переборки – топливная цистерна №2. На платформе МО находятся электронасосы, вентиляторы, воздушный компрессор [4].

Быстрозапорные клапаны топливных цистерн имеют дистанционные приводы, которые находятся в нишах на главной палубе в коридоре.

Из МО имеются аварийные выходы: в ЦПУ, по правому и левому борту по вертикальным трапам на верхнюю палубу. Места аварийных вырезов обозначены на уровне платформы по ЛБ и ПБ в районе 131-133 шп.

МО защищает система углекислотного пожаротушения с разводкой кольцевого трубопровода над платформой. На палубе трюма установлено два стационарных огнетушителя (установки) СО-III воздушно-механической пены средней кратности, четыре пожарных рожка, углекислотные и воздушно-пенные огнетушители [6].

Для тушения пожара можно применить систему пенотушения (три ГПС-600, которые можно подключить к пенным рожкам на верхней палубе и в коридоре надстройки).

Пожарная нагрузка в машинном отделении судна составляет примерно 385 кг/м^2 , огнестойкость конструкций при свободном горении в машинном отделении без тушения составляет 60 минут, возможные направления распространения пожара – вверх в жилую зону и в нос в сторону грузовой зоны. Скорость распространения пожара в МО составляет 10 м/мин [4].

Электропитание и вентиляция МО отключаются из ЦПУ и из МО с распределительных щитов, расположенных на платформе.

Каналы вентиляции перекрываются в коридоре и на ВП по ПБ. Все расходные и запасные топливные и масляные цистерны оборудованы системой паротушения.

К организационным мероприятиям по обеспечению противопожарного режима на судне относятся:

- поддержание в исправном состоянии систем противопожарной и дымозащиты;
- содержать в постоянной готовности первичных средств пожаротушения;
- соблюдение противопожарных правил по хранению и обращению с особо опасными материалами и оборудованием;
- соблюдение противопожарных правил при проведении опасных огневых и ремонтных работ;
- привитие экипажу судна навыков обращения с первичными средствами пожаротушения;
- разделительному размещению на судне пожароопасных материалов;
- инструктирование экипажа судна по соблюдению установленного противопожарного режима.

Для выполнения задач по тушению пожаров на судах создаются аварийные партии из членов экипажа данного судна.

Схема системы управления судном представлена на рисунке 4.

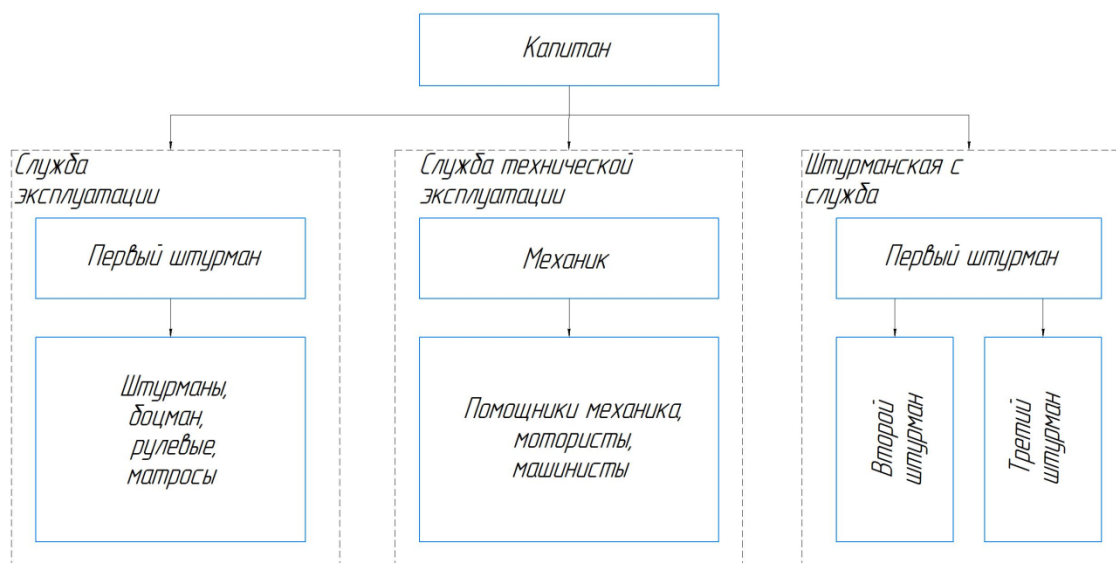


Рисунок 4 – Схема системы управления судном

«Эта система подчинения не меняется в аварийных ситуациях – капитан и руководители служб остаются ответственными за действия экипажа. В расписании по тревогам перечислены обязанности членов экипажа при авариях. На судне предусмотрено всё оборудование, необходимое для выполнения этих обязанностей. Таким образом, имеются все элементы аварийной службы. Эффективность действий экипажа как силы, ведущей борьбу с пожаром, зависит только от того, как эти элементы сочетаются друг с другом» [12].

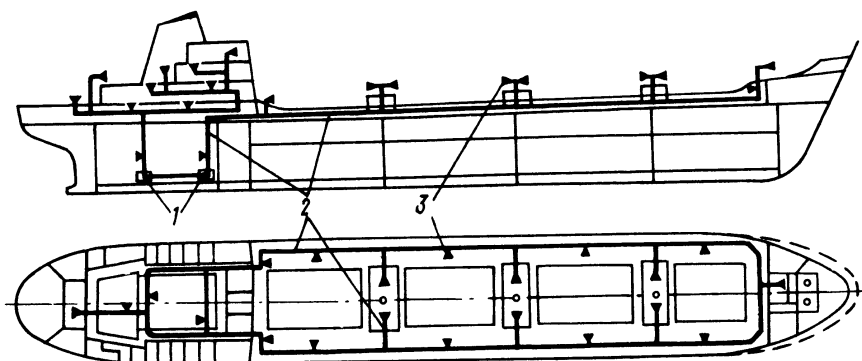
Вывод: опасность на судне представляют топливные системы и цистерна масла, находящаяся в машинном отделении, а так же топливные и масляные цистерны под машинным отделением, с учетом изложенного в работе выполним анализ системы противопожарной защиты сухогрузного теплохода проекта 17310.

2 Анализ системы противопожарной защиты и оборудования

Исследуем и проанализируем системы противопожарной защиты, применяемые на судах.

«Противопожарные системы предназначены для обеспечения взрыво- и пожаробезопасности корабля. К ним относятся: водяная противопожарная система, системы водораспыления, водяного орошения, затопления, водяных завес, пенотушения, жидкостного тушения, углекислотного тушения, паротушения» [20].

«На любом корабле имеется водяная противопожарная система (ВППС), которая предназначена для подачи воды из-за борта для тушения пожара. Но кроме этой основной функции ВППС используется для приведения в действие водоотливных и осушительных эжекторов, снабжения водой других систем, охлаждения ВМ и обеспечения бытовых корабельных нужд» [20] (рисунок 5).



1 – пожарный насос; 2 – противопожарный трубопровод; 3 – устройства подачи воды

Рисунок 5 – Схема системы водяного пожаротушения судна

«В качестве пожарных насосов используются турбопожарные, электропожарные насосы и мотопомпы производительностью 50-250 м³/ч при напоре 80-160 м.вод.ст. Магистраль проложена вдоль всего корабля и

имеет ответвления к пожарным кранам, эжекторам и другим потребителям. Система водораспыления предназначена для тушения пожара жидкого топлива в МКО распыленной водой. Питание водой производится от ВППС» [20].

«Системы водяного орошения предназначены для подачи воды из-за борта или из специальных цистерн к оросительным насадкам для тушения пожаров в хранилищах, взрывчатых и легковоспламеняющихся веществ, а также для орошения боевых постов, шахт и сходов. Система орошения погребов боезапаса предназначена для предупреждения и тушения пожара в погребах путем охлаждения боезапаса. Система питается от ВППС, включается вручную и автоматически при достижении температуры 72 °С» [20].

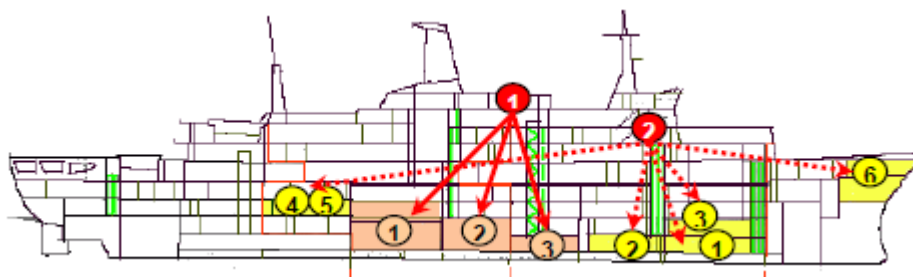
«Система затопления предназначена для тушения или предотвращения пожара в погребах боеприпасов или хранилищах легковоспламеняющихся материалов путем их преднамеренного затопления. Погреба или хранилища, расположенные ниже ВЛ, затопляются водой из-за борта через трубопроводы затопления. Погреба или хранилища расположенные выше ВЛ, заполняются водой с помощью ВППС. Осушение погребов и хранилищ производится с помощью систем осушения или перепускной системы» [20].

«Система водяных завес предназначена для подачи воды из-за борта для создания сплошных водяных завес, препятствующих распространению пламени, пара, газа, а также для охлаждения корпусных конструкций. От систем водораспыления и орошения эта система отличается только типом насадки» [20].

«Система жидкостного (химического) тушения предназначена для тушения горящего топлива в машинно-котельных отделениях и пожара на электростанциях посредством подачи в эти помещения огнегасительной жидкости (хладон 114В-2, состав 3,5, ОЖ-1, БФ-2)» [20].

Система углекислотного тушения предназначена для тушения пожара жидкого топлива в машинно-котельных отделениях путем заполнения их углекислым газом.

Система углекислотного тушения располагается в помещениях машинного отделения, в помещении камбуза и грузовых отсеках (рисунок 6).



1 – машинное отделение; 2 – камбуз и трюмы

Рисунок 6 – Расположение системы углекислотного тушения на судне

«Система паротушения предназначена для тушения пожара топлива в топливных отсеках и под котлами в машинно-котельных отделениях путем заполнения их насыщенным паром от главных и вспомогательных котлов» [20].

Машинные помещения категории А, в которых расположены котлы, работающие на жидком топливе, или установки жидкого топлива, должны быть оборудованы одной из следующих стационарных систем пожаротушения:

- газовой системой;
- системой тушения высокократной пеной;
- системой водораспыления.

В каждом случае, если машинное и котельное отделения не полностью отделены друг от друга или если жидкое топливо из котельного отделения может перетекать в машинное, такие машинное и котельное отделения следует рассматривать как один отсек.

В каждом котельном отделении должен иметься по меньшей мере один переносной пенный комплект.

В каждом котельном отделении у каждого топочного фронта и в каждом помещении, в котором находится какая-либо часть установки жидкого топлива, должно иметься по меньшей мере два переносных пенных огнетушителя или равноценных им. В каждом котельном отделении должно иметься не менее одного пенного огнетушителя одобренного типа вместимостью по меньшей мере 135 л или равноценного ему. Эти огнетушители должны быть снабжены рукавами, намотанными на вьюшки и позволяющими доставать до любого места котельного отделения.

В машинных помещениях категории А, в которых расположены двигатели внутреннего сгорания, должно быть предусмотрено следующее:

- одна из систем пожаротушения;
- по меньшей мере один переносной пенный комплект;
- в каждом таком помещении – одобренные пенные огнетушители, вместимостью по меньшей мере 45 л каждый или равноценные им в количестве, достаточном для того, чтобы можно было подать пену или равноценное ей огнетушащее вещество на любую часть топливной системы и системы смазки под давлением, на приводы и другие пожароопасные объекты.

Дополнительно должно быть предусмотрено достаточное количество переносных пенных огнетушителей или равноценных им, которые должны размещаться так, чтобы от любой точки помещения до огнетушителя требовалось пройти не более 10 м и чтобы в каждом таком помещении имелось по меньшей мере два таких огнетушителя.

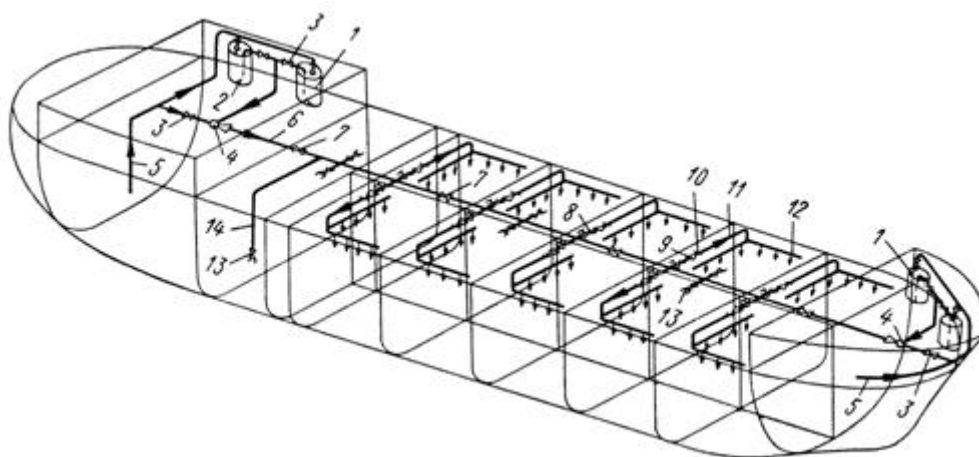
На пассажирских судах, перевозящих более 36 пассажиров, каждое машинное помещение категории А должно быть снабжено по меньшей мере двумя соответствующими приставками для образования водяного тумана [9].

Приставка для образования водяного тумана представляет собой металлическую L-образную трубу, длинное колено которой длиной около 2 м приспособлено для подсоединения к пожарному рукаву, а короткое длиной

около 250 мм оборудовано стационарной насадкой для образования водяного тумана или приспособлено для присоединения водораспыляющей насадки.

Любая стационарная система пожаротушения высокократной пеной в машинных помещениях должна обеспечивать быструю подачу через стационарные выпускные отверстия количества пены, достаточного для заполнения наибольшего защищаемого помещения, с интенсивностью, обеспечивающей образование за одну минуту слоя пены толщиной не менее 1 м. Количество имеющегося пенообразователя должно быть достаточным для выработки пены в объеме, равном пятикратному объему наибольшего защищаемого помещения. Кратность пенообразования не должна превышать 1000:1.

Схема размещения стационарной системы пожаротушения высокократной пеной на судах представлена на рисунке 7.



1 –пенообразователь; 2 –трубка забора пенообразователя; 3 –клапан; 4 – пеносмеситель; 5 – трубопровод; 6 – пенотрубопровод; 7 – клапан; 8 – клапан с пусковым приводом; 9 – стационарный ствол; 10 – предохранительная мембрана; 11 –пенопровод; 12 – пеносливная труба; 13 – пожарные полугайки; 14 –пенопровод, идущий в насосное отделение

Рисунок 7 – Схема размещения стационарной системы пожаротушения высокократной пеной на судах

Каналы подачи пены, воздухозаборники пеногенератора и количество пеногенераторных установок должны обеспечивать эффективные выработку и распределение пены.

Расположение выходных каналов пеногенератора должно быть таким, чтобы пожар в защищаемом помещении не мог повредить пенообразующее оборудование.

Пеногенератор, его источники энергии, пенообразователь и средства управления системой должны быть легко доступны, просты в эксплуатации и быть сосредоточены в возможно меньшем количестве мест, которые вероятнее всего не будут отрезаны пожаром в защищаемом помещении.

«Системы защиты от ОВ, РВ и БС предназначены для защиты людей, оборудования, снаряжения и оружия, а также корабля в целом от поражения отравляющими, радиоактивными веществами и бактериологическими средствами» [20].

«В эту группу входят системы противохимической вентиляции, дегазации, дезактивации и водяной защиты» [20].

«Система противохимической вентиляции предназначена для предотвращения проникновения внутрь корпуса корабля различных видов отравляющих веществ и предусматривает перевод корабельной вентиляции на замкнутый цикл, очищение и обогащение кислородом воздуха и создание внутреннего подпора воздуха» [20].

«Системы дегазации и дезактивации предназначены для приготовления и подачи специального раствора на верхнюю палубу для удаления отравляющих и радиоактивных веществ с наружных корабельных конструкций» [20].

«Система водяной защиты наряду с другими задачами (тушение пожаров на верхней палубе, снижение теплового поля корабля), снижает степень загрязнения корпуса отравляющими веществами за счет создания над кораблем купола распыленной воды. Если в состав системы водяной

защиты входит бак-дозатор для приготовления раствора, то такая система называется универсальной системой водяной защиты (УСВЗ)» [20].

«Главная пожарная система судна (Fire main System). Такой системой на судне является система тушения пожаров забортной водой, состоящая из пожарных насосов и трубопроводов, пожарных гидрантов и рукавов с регулируемыми насадками» [21].

Диаметр пожарной магистрали и ее ответвлений должен быть достаточным для эффективного распределения воды при максимально требуемой подаче двух одновременно работающих пожарных насосов; однако на грузовых судах достаточно, чтобы такой диаметр обеспечивал подачу только $140 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

Максимальное давление в любом кране не должно превышать давления, при котором возможно эффективное управление пожарным рукавом.

Каждый пожарный насос должен обеспечивать подачу по меньшей мере двух струй воды для борьбы с пожаром под необходимым давлением.

Производительность насоса должна быть не менее 40% общей производительности пожарных насосов и в любом случае не менее $25 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

На грузовом судне нет необходимости, чтобы общая требуемая производительность пожарных насосов превышала $180 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

На судах должны быть предусмотрены пожарные насосы с независимыми приводами в следующем количестве:

- на пассажирских судах валовой вместимостью 4000 рег.т и более: по меньшей мере 3 насоса;
- на пассажирских судах валовой вместимостью менее 4000 рег.т и на грузовых судах валовой вместимостью 1000 рег.т и более: по меньшей мере 2.

На танкерах, с целью сохранения в случае пожара или взрыва целостности пожарной магистрали, на ней должны быть установлены

изолирующие клапаны в носовой части в защищенном месте и на палубе грузовых танков с интервалами не более 40 м.

Количество и размещение кранов (гидрантов) должны быть такими, чтобы по меньшей мере две струи воды из разных кранов, одна из которых подается по цельному рукаву, доставали до любой части судна, а также до любой части любого порожнего грузового помещения, любого грузового помещения с горизонтальным способом погрузки и выгрузки или любого помещения специальной категории, причем в последнем случае до любой его части должны доставать две струи, подаваемые по цельным рукавам. Кроме того, такие краны должны располагаться у входов в защищаемые помещения.

Трубопроводы и краны должны быть расположены так, чтобы к ним можно было легко присоединить пожарные рукава.

Для обслуживания каждого пожарного рукава предусмотрен клапан с тем, чтобы любой пожарный рукав можно было отсоединять при работающих пожарных насосах.

Изолирующие клапаны для отключения участка пожарной магистрали, расположенного в машинном помещении, в котором находится главный пожарный насос или насосы, от остальной части пожарной магистрали устанавливаются в легко доступном и удобном месте за пределами машинных помещений.

Расположение пожарной магистрали должно быть таким, чтобы при закрытых изолирующих клапанах ко всем судовым кранам, кроме тех, которые расположены в вышеупомянутом машинном помещении, могла подаваться вода от пожарного насоса, расположенного за пределами этого машинного помещения, по трубопроводам, проходящим вне его.

К системам объемного пожаротушения относятся системы:

- жидкостная, работающая на галонах, фреонах или хладонах (СЖТ, СЖБ, ОХТ); углекислотная;
- азотного тушения; дымовых, выхлопных, инертных газов;
- паротушения; объемного пенотушения;

- затопление аварийного отсека.

При использовании систем объемного тушения пожара необходимо выполнить следующие мероприятия:

- доложить на ГКП о невозможности ликвидировать пожар обычными средствами, получить от капитана разрешение на использование системы объемного тушения;
- остановить все механизмы аварийного помещения, кроме аварийного пожарного насоса, закрыть главный стопорный паровой клапан на котле;
- запустить аварийный ДГ;
- снять электропитание со всех потребителей;
- стравить воздух из баллонов воздуха высокого давления;
- выключить вентиляцию;
- вывести всех людей из помещения;
- загерметизировать помещение;
- доложить о готовности помещения к объемному тушению пожара.

После включения системы или в процессе подготовки помещения необходимо: перекрыть клапаны на трубопроводах топлива, масла, нефтепродуктов, проходящих через это помещение; включить систему подачи инертных газов, пара, пены в топливные и масляные цистерны аварийного помещения, чтобы не взорвались пары нефтепродуктов.

Затопление аварийного отсека является крайним, но эффективным способом пожаротушения. В отдельных случаях его необходимо предусматривать как резервный способ пожаротушения, особенно для грузовых помещений.

При затоплении используется полная суммарная производительность судовых насосов, вода подается в аварийный отсек от количества стволов, полученных при помощи расчёта плюс 10%, или по расчетному количеству рукавов без стволов минус 10%.

При наличии кингстонов и необходимости запрессовки водой всего помещения кингстон дистанционно перекрывается в расчетное время, и дальнейшее затопление производится за счет водопожарной системы судна.

Исследуем системы противопожарной защиты сухогрузного теплохода проекта 17310 «река-море».

Сигнализация обнаружения пожара: предусмотрена установка станции обнаружения пожара типа ПСМ-А, на напряжение 24В постоянного тока.

В качестве датчиков обнаружения пожара предусмотрены:

- датчики температуры типа ДТВ90 с порогом срабатывания 90 °С, устанавливаемые в курилке, прачечной, сушилке и на камбузе;
- датчики комбинированные типа ИК с порогом срабатывания 2...12 % задымленности и 65 °С по температуре, устанавливаемые в коридорах, каютах, рулевой рубке и кают-компания;
- датчики комбинированные типа ИК65 с порогом срабатывания 20...50 % задымленности и 65 °С по температуре, устанавливаемые в машинном отделении, помещении станции очистки и помещении водогрейного котла;
- ручные извещатели ИР, устанавливаемые в районе трапов и в коридорах;
- ручные извещатели ИРВ (водозащищенные), устанавливаемые в машинном отделении, в районе трапа выхода из машинного отделения и у выхода из помещения станции очистки.

Станция системы обнаружения пожара выполнена в виде самостоятельного блока пультового исполнения и устанавливается на ПУС в рулевой рубке. Питание станции предусмотрено в нормальном режиме работы судна от силового канала выпрямительного агрегата, в аварийном – от аварийных аккумуляторных батарей.

Сигнализация авральная: звонки авральной сигнализации установлены в следующих помещениях: в МО, в коридоре жилых помещений и на крыше

рулевой рубки. В машинном отделении звонок авральной сигнализации продублирован красным световым сигналом авральной сигнализации.

АПС общесудовая: аварийно-предупредительная сигнализация о предаварийном и аварийном состоянии приводных двигателей дизель-генераторов №1 и №2, о низком сопротивлении изоляции в сети 380В и сети 220В, обрыве фазы в цепи питания с берега, о перегрузке пожарного насоса и приводных двигателей реверсивного рулевого устройства, о потере питания в силовых сетях и цепях управления реверсивной рулевой машины. Также предусмотрены контроль и сигнализация по уровням в расходной топливной цистерне (Min и Max уровни), в цистерне нефтеостатков (Max уровень), в цистерне сточных вод (Max уровень), в цистернах (Пр.Б и ЛБ) нефтесодержащих вод (Max уровень), в цистерне отработанного масла (Max уровень), в цистернах (Пр.Б и ЛБ) запаса топлива (Min уровень), уровень подсланевых вод в МО и НО (Max уровень) и сигнализация о поступлении воды в румпельное отделение, в форпик и сухие отсеки (35...36 шп. и 59...61шп.), а также в грузовых танках (Max уровень).

Система АПС и автоматики главного двигателя: на судне предусматривается система управления и АПС главного двигателя.

Питание системы АПС главного двигателя предусматривается от навешенного на двигатель генератора и аккумуляторных батарей. Зарядка батарей осуществляется, при работающем главном двигателе от навешенного на него генератора.

АПС и автоматика ДГ: дизель-генераторы имеют вторую степень автоматизации по ГОСТ14228-80. Дизель-генераторы, установленные на судне, оборудованы системой автоматики, АПС и защиты модели «Иртыш 7СУ6-10», которая состоит из следующих аппаратов и приборов:

- местный пост управления «МПУ 7СУ6-10»
- зарядный генератор;
- стартер;
- электромагнитный клапан аварийного стоп- устройства;

- электромагнит поворотный;
- датчик частоты вращения;
- датчик температуры масла;
- датчик давления смазочного масла;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- датчик давления системы забортной воды;
- датчик утечки топлива;
- датчик положения электромагнита поворотного.

Пульт управления и сигнализации находится в рулевой рубке.

На пульте предусматривается установка следующей аппаратуры:

- выносные посты управления и АПС дизель - генераторов;
- дистанционный пульт управления (существующий) главного двигателя;
- коммутатор сигнально-отличительных фонарей (панель управления и силовой блок);
- пульт управления и системный блок отмашки светоимпульсной;
- кнопочные посты управления электроприводами реверсивного рулевого устройства;
- станция обнаружения пожара;
- приборы сигнализации судовых систем для общесудовой АПС;
- измерительные приборы судовой электростанции;
- кнопочные выключатели управления контакторами включения генераторов на шины, а также сигнальные лампы положения этих контакторов («Генератор в сети» – «Генератор откл. от сети»), при этом включение с ПУС генераторов на параллельную работу не предусматривается (одновременное включение генераторов на шины с ПУС не возможно);
- аппаратура дистанционного управления и сигнализации приводов осушительного насоса, пожарного насоса, грузовых насосов

дизельного топлива и масла, вентиляторов, а также сигнальные лампы о состоянии этих приводов («Вкл.», «Откл.»);

- дистанционный выключатель топливоперекачивающего насоса;
- тумблер управления и световая сигнализация о приведении в действие авральной сигнализации.

Питание на пульт подается: напряжением 220В переменного тока от ГРЩ по двум отдельным фидерам, а 24В постоянного тока от силового канала выпрямительного агрегата и аварийных аккумуляторных батарей (переключение питания от силового канала выпрямительного агрегата на питание от аварийных аккумуляторных батарей производится автоматически при исчезновении напряжения на выходе силового канала выпрямительного агрегата).

Вывод: по результатам анализа обеспечения пожарной безопасности на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» можно сделать следующие выводы:

- на современных судах устанавливаются автоматические системы раннего обнаружения и тушения пожаров устанавливаются во время постройки этих судов;
- капитаном судна поддерживаются данные технические средства в исправном состоянии;
- регулярно на судах проводятся тренировки (учения) по отработке мероприятий, обеспечивающих живучесть судна;
- высокую пожароопасность на судне представляют места хранения легковоспламеняющейся жидкости (машинное отделение) и сыпучие грузы склонные к самонагреванию (грузовой отсек).

3 Организация борьбы с пожаром

Грузы, перевозимые на судах, можно подразделить на две группы по признаку пожароопасности: воспламеняющиеся при контакте с внешним источником тепла; склонные к самовозгоранию.

«Первая группа грузов представляет опасность при общем или местном нагревании до температур, вызывающих их воспламенение и горение. При соблюдении всех правил техники противопожарной безопасности они не представляют угрозы пожара на борту морского судна. Однако, если пожар, возникший на судне, распространится на грузовые помещения, возгорание груза может значительно усложнить борьбу с пожаром в целом» [21] (рисунок 8).

«Вторую группу грузов составляют самосогревающиеся и самовозгорающиеся грузы: уголь, сажа, белый фосфор, лен, хлопок и др. Саморазогрев этих веществ происходит в результате окисления их кислородом при обычных или повышенных температурах, попадания воды и даже в результате микробиологических процессов в растительных грузах» [21].



Рисунок 8 – Пример распространение пожара от груза на само судно

Рассмотрим действия капитана судна и аварийных партий при пожаре.

Руководство тушением пожара осуществляет капитан судна.

При пожаре определяются боевые участки работы аварийных партий. Указываются место сбора и задача группе разведки, работающей в полном снаряжении пожарного.

Место сбора (пост безопасности) выбирается как можно ближе к аварийному помещению, но в зоне, недоступной задымлению, например, на открытой палубе.

Боевой участок АП (рубежи обороны) – главная палуба над МП в помещениях: станция пожаротушения, коридор надстройки, тамбур, помещение рефрижераторных машин.

Указываются возможные варианты действий: экипировка в снаряжение пожарного, прибытие на пост безопасности, боевая проверка аппаратов, получение задачи и инструктажа по технике безопасности; работа в задымленном помещении в качестве основной группы или страховка основной группы; или работа в составе аварийной партии совместно с группой пожаротушения.

Работа в воздушно-дыхательном аппарате на судне в аварийном помещении ограничена техническими данными личного снаряжения и аппарата (максимальной температурой в помещении). Руководит действиями группы заместитель командира аварийной партии.

Ставится задача конкретно каждому члену группы пожаротушения по локализации (с указанием рубежа обороны) или ликвидации пожара.

На рубеже обороны: вооружаются 2-3 огнетушителя, рукавная линия; контролируется состояние палубы или переборки, при необходимости конструкции охлаждаются водой. Использование водяных стволов больше расчетного недопустимо. Тушение пожаров в задымленных помещениях производит группа, состоящая минимум из двух человек.

Указывается конкретно, из какого места, каким способом и кто осуществляет связь с ГКП.

Аналогичным образом ставятся задачи аварийной группе машинного отделения, в основном заключающиеся в тушении пожаров, обеспечении работы систем пожаротушения, а также защите машинного помещения, если пожар возник вне него.

Личный состав аварийной группы машинных помещений при пожаре в МКО пополняется автоматически за счет ходовой вахты машинного отделения. Он должен быть расписан конкретно по герметизации, остановке, отключению и пуску стационарных средств пожаротушения и т. д..

Личный состав аварийной группы, не занятый на постах управления системами пожаротушения, может быть частично или полностью привлечен для помощи личному составу аварийной партии или иметь свой боевой участок и свои задачи. Из их числа формируется группа страховки основной группы разведки, т.е. эти люди экипированы в снаряжение пожарного, находятся на посту безопасности для оказания помощи в любую минуту основной группе разведки.

Если на судне не предусмотрена аварийная группа МП, то борьбу с пожаром в этих помещениях ведет ходовая вахта МП и АП судна под руководством СТМ.

Задачи ходовой вахты на мостике: обеспечить, если позволяет обстановка, изменение положения судна к ветру, как рекомендовано в ОП. Направить наблюдателей ходовой вахты в распоряжение командира аварийной партии для наращивания сил и средств по борьбе с пожаром.

Если на мостике размещен пост с распределением углекислотного тушения по помещениям, то выполняют команды ГКП о пуске CO_2 в аварийное помещение.

Задачи ходовой вахты в машинном отделении: обеспечить движение судна, работу пожарных насосов, в том числе и аварийного, снятие электропитания с аварийного отсека и выполнение других указаний с ГКП и в том числе запуск общесудовой СВЗ. При пожаре в МП тушить его

подручными средствами, оказывать помощь аварийной группе МП, действовать по приказам СТМ.

Задачи группы охраны порядка и безопасности: перекрытие всех пожарных дверей и пожарных заслонок в воздуховодах вентиляции жилых помещений. Вывод всех пассажиров на шлюпочную палубу.

Задачи группы по оказанию первой помощи и аварийного снабжения: доукомплектовывает спасательные средства теплой одеждой, водой, провизией, средствами связи; оказывает первую медицинскую помощь личному составу при ожогах и отравлениях.

Аварийная партия производит сбор на палубе трюма, герметизирует судно, осматривает смежные помещения с МП, вооружает рубежи обороны, готовится к страховке и страхует группу разведки.

Группа тушения герметизирует судно, прибывает на пост безопасности – коридор надстройки, запускает аварийный пожарный насос, готовит системы пожаротушения, вооружает рубежи обороны по борьбе с пожаром в сторону МП в коридоре (2 чел.) и в помещении рефрижераторных машин (2 чел.). По приказанию приводит в действие станцию СО² в действие.

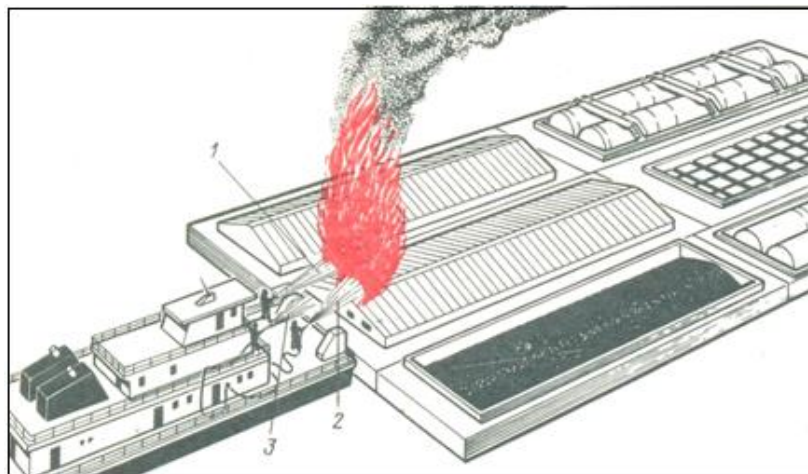
Боевой участок – машинное отделение. На первоначальном этапе борется с пожаром подручными средствами, эвакуирует пострадавших, герметизирует МО (оставив в верхней части один световой люк по правому борту).

На первоначальном этапе борются с пожаром подручными средствами, эвакуирует пострадавших, герметизирует МО (оставив в верхней части один световой люк по правому борту). При невозможности борьбы с пожаром покидает МО, готовит его к тушению системой углекислотного тушения, вооружает рубежи обороны в отсеке вспомогательных механизмов (2 чел.), вентиляторной (1 чел.). На рубежах обороны вооружаются рукавные линии, в отсеке вспомогательных механизмов 2, вентиляторной – 1 и по 2 – 3 огнетушителя.

Связь с ГКП: осуществляется через КП-5 (старшего механика).

При угрозе пожара спасательным средствам действует по указаниям ГКП (приспускает или спускает их на воду). После подготовки спасательных средств группа может быть направлена на борьбу с пожаром.

Пример подачи воды на пожаротушение представлен на рисунке 9.



1 и 2 – поданы стволы на тушение; 3 – поданы стволы на защиту буксира

Рисунок 9 – Подача воды на пожаротушение на судне

В ходе анализа организации борьбы с пожаром на судне было выяснено, что:

- на рассматриваемых объектах конструктивные меры, препятствующие развитию пожара в грузовых помещениях судов выполнены в полном объёме;
- организация всех береговых аварийных служб, таких как пожарная охрана, в случае пожара на судне, находящегося в порту тщательно разрабатывается администрацией порта и направлена на выполнение вверенных им функций;
- капитаном судна проработан и доведён до соответствующих должностных лиц алгоритм действий личного состава аварийных групп судна;

- действия капитана судна и аварийных партий при пожаре регламентированы соответствующими инструкциями;
- на судне способ тушения пожара самосогревающихся и самовозгорающихся грузов не регламентирован: пшеница, рожь, белый фосфор, лен, хлопок и др.

В процессе тушения пожара самосогревающихся и самовозгорающихся грузов (пшеница, рожь и т.п.) необходимо в свободном объеме грузового отсека судна поддерживать содержание кислорода не более 8% путём флегматизации горючей газовой смеси, находящейся в данном свободном объеме инертными газами.

Горючая газозвушная смесь из свободного объема грузового отсека судна может быть вытеснена подаваемой в данный отсек воздушно-механической пеной в соседние отсеки с возможным взрывом в их объёме.

«Условия для взрыва газопылевоздушной смеси в свободном объеме аварийного силоса возникают в следующих случаях:

- в момент выхода очага в верхние или нижние слои продукта и при его контакте с горючей газопылевоздушной смесью;
- при дополнительном поступлении воздуха вовнутрь объема и выброса горючих газов в свободный объем;
- при увлажнении и промачивании груза, когда в результате брожения в процессе хранения происходит выделение горючих газов» [17].

Необходимо разработать системы по предотвращению самовозгорания и тушения груза на речных судах (сухогрузах).

Рассмотрим варианты систем по предотвращению самовозгорания груза на речных судах (сухогрузах) среди патентов РФ.

В патенте № RU2553047C1 по заявлению от 15.05.2014 г. автором Жаренковым Виктором Федоровичем (RU) представлена система инертзации грузовых трюмов для предотвращения самовозгорания груза, заявителем и правообладателем являются: Закрытое акционерное общество «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-

исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота» (RU).

«Изобретение относится к системе инертизации грузовых трюмов для предотвращения самовозгорания груза в рейсе на действующих и проектируемых балкерах и сухогрузах, перевозящих склонные к самовоспламенению навалочные грузы, такие как железо прямого восстановления в виде мелочи, окатышей и брикетов, уголь и т.п.» [16].

На рисунке 10 представлена заявляемая система инертизации грузовых трюмов для предотвращения самовозгорания груза.

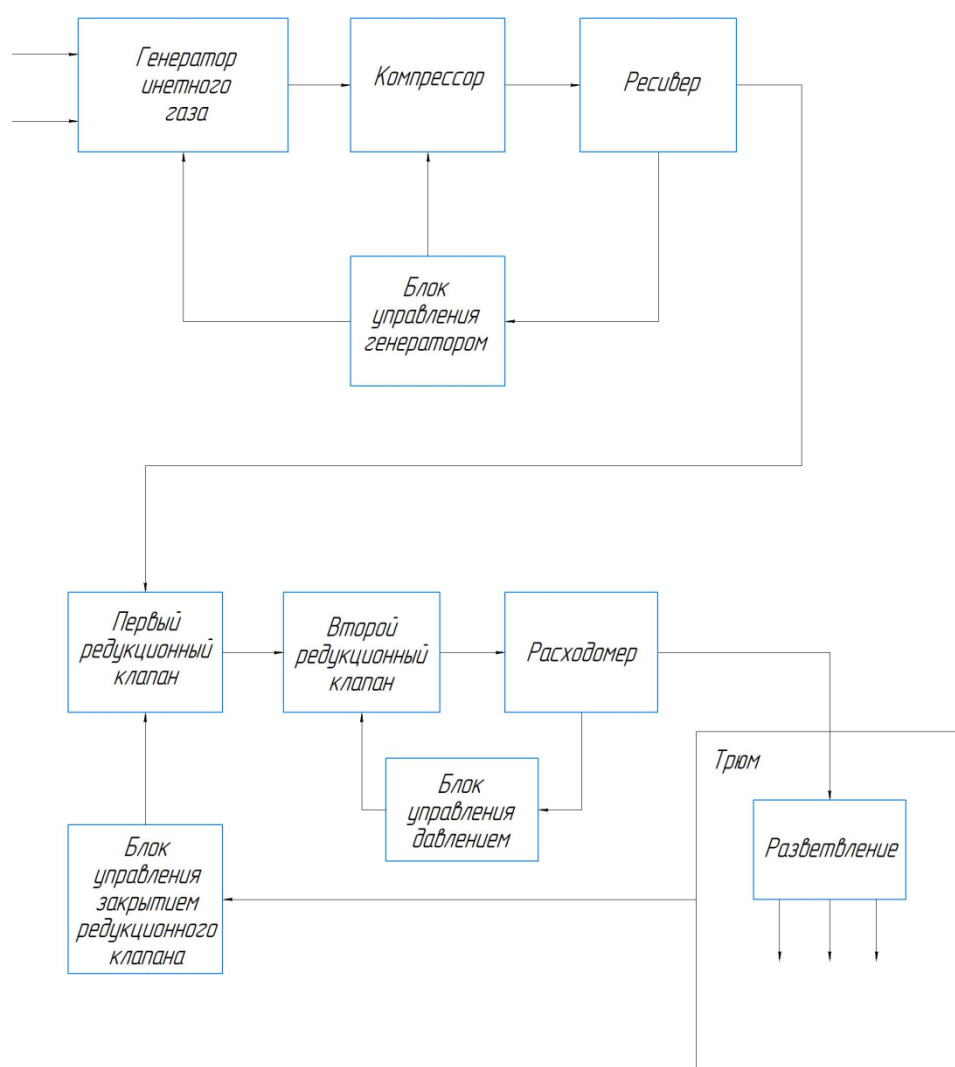


Рисунок 10 – Система инертизации грузовых трюмов для предотвращения самовозгорания груза

«Известна система пожаротушения инертным газом для снижения опасности возгорания и тушения пожара в защищенном помещении (RU 2506105, А62С 99/00, опубликовано 10.02.2014). Данная система содержит по крайней мере один газгольдер высокого давления, в котором хранится кислородовытесняющий газ. Газгольдер соединяется с магистральным трубопроводом через быстрооткрывающийся клапан, и при этом дополнительно имеется трубопровод для пожаротушения, который, с одной стороны, соединяется с магистральным трубопроводом через редукционное устройство, а с другой стороны – с форсунками для пожаротушения» [16].

«Поскольку азот имеет меньший, чем кислород, удельный вес, проникновение азота в толщу груза не происходит. Вместе с тем, нагревание и последующее тление и/или загорание происходит именно в толще груза. Кроме того, предлагаемая система предназначена для снижения концентрации кислорода до уровня, обеспечивающего не возникновение пламенного горения (от 11% объемных). В случае перевозки самовозгорающихся грузов важно предотвратить не только загорание, но и их тление. При этом должна обеспечиваться концентрация кислорода в объеме груза 5% и менее» [16].

«Задачей изобретения является создание в объеме загруженного трюма газовой среды с содержанием кислорода менее 5% после погрузки навалочного груза и постоянное поддержание указанного содержания кислорода в ходе рейса, что позволит повысить надежность и качество защиты навалочного груза» [16].

«Это достигается тем, что, как и в прототипе, система инертного газа для предотвращения самовозгорания навалочного груза на судне включает в себя соединенные последовательно генератор инертного газа, компрессор, ресивер, блок управления генератором инертного газа и компрессором, а также трубопровод с разветвлением в трюме, установленный непосредственно на судне» [16].

«Отличие состоит в том, что она дополнительно содержит расходомер газа и два редукционных клапана, первый из которых установлен на трубопроводе после ресивера, для снижения давления инертного газа до безопасной величины, а второй редукционный клапан, предназначенный для понижения давления инертного газа до величины допускаемого давления в трюме» [16].

«В качестве инертного газа можно использовать азот, вырабатываемый из окружающего воздуха генератором мембранного типа, что обеспечивает независимость системы от работоспособности энергетической системы судна, т.е. повышает надежность системы» [16].

Выводы: безопасная перевозка и обработка опасных грузов основана на правильном и точном применении правил перевозки и обработки таких грузов и зависит от понимания всеми заинтересованными лицами связанных с этим рисков и от полного и подробного понимания правил. Это может быть достигнуто только путем надлежащего планирования и проведения профессиональной подготовки и переподготовки соответствующих лиц. Предложенная система по предотвращению самовозгорания и тушения груза на речных судах (сухогрузах) обеспечит выполнение поставленной задачи.

4 Охрана труда

Охрана труда на судах обеспечивается согласно приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 № 886н «Об утверждении Правил по охране труда на морских судах и судах внутреннего водного транспорта».

Схема управления охраной труда на судах представлена на рисунке 11.

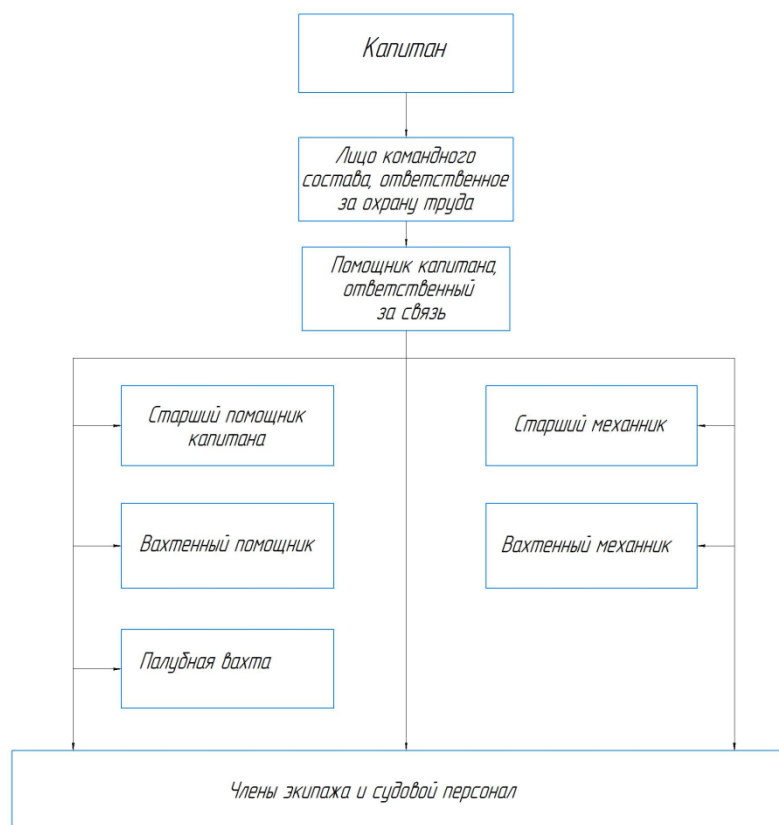


Рисунок 11 – Схема управления охраной труда на судах

Судовладелец судна, в качестве работодателя организует на судне систему управления охраной труда [15].

«Капитан судна обязан обеспечить:

- безопасные условия труда, соблюдение требований нормативных правовых актов (далее – НПА) по охране труда членами экипажа судна;

- выполнение на судне положений действующей в судоходной компании СУОТ, требований федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на осуществление федерального государственного надзора за соблюдением трудового законодательства и иных НПА, содержащих нормы трудового права, и его территориальных органов (государственных инспекций труда в субъектах Российской Федерации);
- ознакомление (под роспись) членов экипажа судна с результатами СОУТ на их рабочих местах;
- проведение своевременного расследования несчастного случая, происшедшего на борту судна с членом экипажа» [14].

«Ответственный за организацию работ по охране труда обязан:

- вести судовую документацию СУОТ;
- совместно с руководителями судовых служб составлять заявки на обеспечение членов экипажа судна специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты (далее – СИЗ);
- участвовать совместно с руководителями судовых служб и членами судового комитета (комиссии) по охране труда (при его наличии) в проверках состояния охраны труда на рабочих местах членов экипажа судна;
- участвовать в работе судового комитета (комиссии) по охране труда;
- участвовать в работе комиссии по расследованию несчастных случаев, оформлять документы по расследованию несчастных случаев» [14].

Вывод: судовладелец судна, в качестве работодателя возглавляет охрану труда в организации, капитан ответственен за подчинённых, при этом ответственным за организацию работ по охране труда на судне назначается капитаном судна.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Некоторые товары, перевозимые морем, могут быть опасны во время транспортировки из-за их химической природы. Они классифицируются как опасные грузы.

По оценкам, более половины упакованных грузов и сыпучих грузов, перевозимых сегодня морским транспортом, могут рассматриваться как опасные, опасные или вредные для окружающей среды. Наиболее значимыми ситуациями при морской перевозке опасных грузов, оказывающими воздействие на окружающую среду, являются неконтролируемый выброс жидкости в окружающую среду, выбросы газов и образование отходов.

Схема антропогенного воздействия разливов нефти и нефтепродуктов в результате аварии на судах представлена на рисунке 12.



Рисунок 12 – Схема антропогенного воздействия разливов нефти и нефтепродуктов в результате аварии на судах

Важным предварительным условием для безопасной перевозки и обработки опасных грузов является их надлежащая идентификация, локализация, упаковка, закрепление, маркировка, размещение плакатов и документация.

Морская среда особенно подвержена нефтяному загрязнению. Подсчитано, что примерно 706 миллионов галлонов отработанного масла ежегодно попадают в океан. Разливы нефти представляют собой серьезную экологическую и социально-экономическую проблему, и они, несомненно, будут возникать до тех пор, пока нефть будет транспортироваться и использоваться. Загрязнение нефтью представляет серьезную угрозу для экологии мирового океана.

Процесс оценки рисков дает ряд преимуществ для управления экологической безопасности. Во-первых, это позволяет определить вероятные причины разливов нефти для определенного района. Во-вторых, это позволяет сравнивать относительный риск между различными географическими регионами. В-третьих, он обеспечивает основу для определения соответствующих стратегий управления для снижения общего риска для данного региона либо с помощью превентивных стратегий, либо стратегий обеспечения готовности.

Кроме того, существует высокая общественная и политическая озабоченность по поводу возможного загорания пролитого топлива. При горении топлива, масла, краски выделяются в основном угарный и углекислый газы. Разработка методов реагирования также чрезвычайно важно повысить вероятность того, что вы будете готовы ко многим различным непредсказуемым ситуациям разлива нефти.

Вывод: для смягчения воздействия разливов нефти на окружающую среду технологическая разработка всех устройств обнаружения и мониторинга имеет основополагающее значение, поскольку они позволяют быстро распознать наличие разлива нефти и выбрать наилучший метод реагирования для борьбы с ним.

6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

По результатам анализа обеспечения пожарной безопасности на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» было выяснено, что высокую пожароопасность на судне представляют сыпучие грузы склонные к самонагреванию (грузовой отсек).

В ходе анализа организации борьбы с пожаром на судне было выяснено, что на судне способ тушения пожара самосогревающихся и самовозгорающихся грузов не регламентирован: пшеница, рожь, белый фосфор, лен, хлопок и др. В процессе тушения пожара самосогревающихся и самовозгорающихся грузов (пшеница, рожь и т.п.) необходимо в свободном объеме грузового отсека судна поддерживать содержание кислорода не более 8% путём флегматизации горючей газовой смеси, находящейся в данном свободном объеме инертными газами.

Для поддержания содержания кислорода не более 8% путём флегматизации горючей газовой смеси, находящейся в данном свободном объеме инертными газами и организации борьбы с пожаром предложена система инертизации грузовых трюмов для предотвращения самовозгорания груза.

План проведения противопожарных мероприятий на судне представлен в таблице 1.

Таблица 1 – План проведения противопожарных мероприятий на судне

Мероприятия	Срок исполнения
Разработка проекта внедрения системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза	2022 год
Монтаж системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза	2023 год
Произвести пуско-наладочные работы системы инертизации грузового трюма судна	2023 год

Расчёт ожидаемых потерь от пожаров на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» будем производить исходя из двух вариантов обеспечения пожарной безопасности на объекте:

- на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» обеспечивается существующая система обеспечения пожарной безопасности судна;
- на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» внедрена система инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара.

Рассчитаем площадь пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море», которая определяется по формуле 1:

$$F''_{\text{пож}} = n(v_{\text{л}} B_{\text{св.г}})^2 2 \text{ м}^2, \quad (1)$$

«где $v_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{свг}}$ – время свободного горения, мин.» [17]

$$F''_{\text{пож}} = 3,14(1 \times 7)^2 2 = 616 \text{ м}^2$$

Расчёт ожидаемых потерь на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» от пожаров производится по формуле 2.

Данные для расчёта ожидаемых потерь на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» от пожаров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные для расчёта ожидаемых потерь на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» от пожаров

Показатель	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
Площадь	м ²	2000	
Стоимость технологического и производственного оборудования	руб./м ²	100000	100000
Стоимость частей объекта	руб./м ²	100000	100000
Вероятность возникновения загорания на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море»	1/м ² в год	2,2·10 ⁻⁵	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения» [6]	P_2	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [6]	P_1	0,79	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [6]	P_3	0,95	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [6]	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [6]	k	1,63	

Расчёт материальных потерь:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2), \quad (2)$$

«где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [17]:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{нож} (1+k) p_1; \quad (3)$$

«где J – вероятность возникновения пожара, 1/м² в год;

F – площадь объекта, м²;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./м²;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами;
 p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;
 k – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [17].

$$M(\Pi_2) = JF(C_m F'_{\text{пож}} + C_k) 0,52(1+k)(1-p_1)p_2; \quad (4)$$

«где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_k – стоимость поврежденных частей здания, руб./м²;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами»

[17].

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times 100000 \times 616 \times (1+1,63) \times 0,86 = 6130382,72 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times (100000 \times 616 + 100000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = 670524,54 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 2,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times 100000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,86 = 39807,68 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 2,2 \times 10^{-5} \times 2000 \times (100000 \times 4 + 100000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = 5433,75 \text{ руб./год};$$

Общие ожидаемые потери от пожаров на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море»:

– если на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» обеспечивается существующая система обеспечения пожарной безопасности судна:

$$M(\Pi)_1 = 6130382,72 + 670524,54 = 6800907,26 \text{ руб./год};$$

- если на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» внедрена система инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара:

$$M(\Pi)_2 = 39807,68 + 5433,75 = 45241,43 \text{ руб./год.}$$

Стоимость монтажа системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Стоимость монтажа системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море»

Виды работ	Стоимость, руб.
Разработка проекта внедрения системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза	1000000
Монтаж системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза	20000000
Пуско-наладочные работы системы инертизации грузового трюма судна	1000000
Итого:	22000000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» по формуле 5:

$$P = A + C \quad (5)$$

где А – «затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб./год;

С – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб./год» [17].

$$P = 5200000 + 1000000 = 6200000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 6:

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} \quad (6)$$

где « $C_{т.р.}$ – затраты на текущий ремонт;

$C_{c.o.n.}$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [17]

$$C_2 = 100000 + 1000000 = 1100000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» рассчитывается по формуле 7:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{m.p.}}{100\%} \quad (7)$$

«где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$H_{т.р.}$ – норма текущего ремонта, %» [6].

$$C_{m.p.} = \frac{10000000 \cdot 1}{100\%} = 100000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море»:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (9)$$

«где K_2 – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

N_a – норма амортизации, %» [17].

$$A = \frac{10000000 \cdot 10}{100\%} = 1000000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» составит:

$$I = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+ND)^t} - (K_2 - K_1) \quad (5)$$

«где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

ND – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

$M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K_1 , K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год» [17].

Расчёт денежных потоков от монтажа системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчёт денежных потоков

Год	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	$[P_2 - P_1]$	D	$\frac{[M(\Pi)1]-M(\Pi)2]}{D}$	K_2-K_1	Денежные потоки
1	2	3	4	5	6	
1	6755665,83	1100000	0,91	5146655,91	22000000	-16853344,09
2	6755665,83	1100000	0,83	4694202,64	-	4694202,64
3	6755665,83	1100000	0,75	4241749,37	-	4241749,37
4	6755665,83	1100000	0,68	3845852,76	-	3845852,76
5	6755665,83	1100000	0,62	3506512,81	-	3506512,81
6	6755665,83	1100000	0,56	3167172,86	-	3167172,86
7	6755665,83	1100000	0,51	2884389,57	-	2884389,57
8	6755665,83	1100000	0,47	2658162,94	-	2658162,94
9	6755665,83	1100000	0,42	2375379,65	-	2375379,65
10	6755665,83	1100000	0,39	2205709,67	-	2205709,67

Вывод: интегральный экономический эффект от монтажа системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» за десять лет составит 12725788,18 рублей. Оборудование системой инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» экономически выгодно.

Заключение

Цель работы – разработка технических, технологических средств, обеспечивающих профилактику и тушение пожаров на объектах водного транспорта достигнута.

В ходе анализа организации борьбы с пожаром на судне было выяснено, что:

- на рассматриваемых объектах конструктивные меры, препятствующие развитию пожара в грузовых помещениях судов выполнены в полном объёме;
- организация всех береговых аварийных служб, таких как пожарная охрана, в случае пожара на судне, находящегося в порту тщательно разрабатывается администрацией порта и направлена на выполнение вверенных им функций;
- капитаном судна проработан и доведён до соответствующих должностных лиц алгоритм действий личного состава аварийных групп судна;
- действия капитана судна и аварийных партий при пожаре регламентированы соответствующими инструкциями;
- на судне способ тушения пожара самосогревающихся и самовозгорающихся грузов не регламентирован: пшеница, рожь, белый фосфор, лен, хлопок и др.

По результатам анализа обеспечения пожарной безопасности на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» было выяснено, что высокую пожароопасность на судне представляют сыпучие грузы склонные к самонагреванию (грузовой отсек).

В процессе тушения пожара самосогревающихся и самовозгорающихся грузов (пшеница, рожь и т.п.) необходимо в свободном объеме грузового отсека судна поддерживать содержание кислорода не более 8% путём

флегматизации горючей газовой смеси, находящейся в данном свободном объеме инертными газами.

Для поддержания содержания кислорода не более 8% путём флегматизации горючей газовой смеси, находящейся в данном свободном объеме инертными газами и организации борьбы с пожаром предложена система инертизации грузовых трюмов для предотвращения самовозгорания груза.

Безопасная перевозка и обработка опасных грузов основана на правильном и точном применении правил перевозки и обработки таких грузов и зависит от понимания всеми заинтересованными лицами связанных с этим рисков и от полного и подробного понимания правил. Это может быть достигнуто только путем надлежащего планирования и проведения профессиональной подготовки и переподготовки соответствующих лиц.

Предложенная система по предотвращению самовозгорания и тушения груза на речных судах (сухогрузах) обеспечит выполнение поставленной задачи.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы инертизации грузового трюма судна для предотвращения самовозгорания груза и его тушения в случае пожара на сухогрузном теплоходе проекта 17310 «река-море» за десять лет составит 19479788,18 рублей. Оборудование данной системой экономически выгодно.

Список используемых источников

1. Абдурагимов И. М. Очередная экологическая катастрофа в результате аварии на нефтяной платформе компании «British Petroleum» в Мексиканском заливе // Пожаровзрывобезопасность. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ocherednaya-ekologicheskaya-katastrofa-v-rezultate-avarii-na-neftyanoy-platfome-kompanii-british-petroleum-v-meksikanskom-zalive> (дата обращения: 22.04.2021).

2. Голубкина Ксения Вячеславовна, Яценко Анастасия Юрьевна Правовые основы регулирования социально-трудовых отношений на морском транспорте // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2014. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravovye-osnovy-regulirovaniya-sotsialno-trudovyh-otnosheniy-na-morskom-transporte> (дата обращения: 22.04.2021).

3. Губченко А. А. Общая характеристика правил пожарной безопасности при использовании и перевозке, погрузке, выгрузке взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ в торговых портах Российской империи XIX – начала XX века // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Юридические науки. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschaya-harakteristika-pravil-pozharnoy-bezopasnosti-pri-ispolzovanii-i-perevozke-pogruzke-vygruzke-vzryvoopasnyh-i> (дата обращения: 22.04.2021).

4. Дорошенко И. Г. Инженерные решения повышения качества управления потенциально пожароопасными объектами в процессе эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник КамчатГТУ. 2007. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inzhenernye-resheniya-povysheniya-kachestva-upravleniya-potentsialno-pozharoopasnymi-obektami-v-protssesse-ekspluatatsii-sudovyh> (дата обращения: 22.04.2021).

5. Жилин Олег Иванович Организация и осуществление государственного пожарного надзора // Энергобезопасность и

энергосбережение. 2006. №2. URL:
<https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-i-osuschestvlenie-gosudarstvennogo-pozharnogo-nadzora> (дата обращения: 22.04.2021).

6. Захматов В.Д., Турсенев С.А., Мироньчев А.В., Чернышов М.В., Озеров А.В., Дорожкин А.С. Анализ существующих и обоснование применения новой автоматической системы пожаровзрывозащиты судов, кораблей, нефтедобывающих платформ // Пожаровзрывобезопасность. 2018. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-suschestvuyuschih-i-obosnovanie-primeneniya-novoy-avtomaticheskoy-sistemy-pozharovzryvozaschity-sudov-korabley> (дата обращения: 22.04.2021).

7. Копейкин Н.Н. Анализ информации о пожарах на судах и о практике их тушения в портах // Пожаровзрывобезопасность. 2017. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-informatsii-o-pozharah-na-sudah-i-o-praktike-ih-tusheniya-v-portah> (дата обращения: 26.04.2021).

8. Котлованов В.Г. Актуальные проблемы государственного надзора в сфере морского и речного транспорта на примере Енисейского угмрн Ространснадзора // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. №5-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-gosudarstvennogo-nadzora-v-sfere-morskogo-i-rechnogo-transporta-na-primere-eniseyskogo-ugmrn-rostransnadzora> (дата обращения: 22.04.2021).

9. Ковальчук Сергей Викторович, Пушной Евгений Николаевич, Шедько Сергей Владимирович Программные средства выполнения комплексной оценки живучести кораблей // Труды Крыловского государственного научного центра. 2018. №4 (386). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmnye-sredstva-vypolneniya-kompleksnoy-otsenki-zhivuchesti-korabley> (дата обращения: 22.04.2021).

10. Ковальчук Сергей Викторович, Марковский Михаил Владимирович, Райков Антон Александрович, Шедько Сергей Владимирович Результаты экспериментальных исследований в области раннего и сверхраннего обнаружения пожара в судовых помещениях // Труды

Крыловского государственного научного центра. 2017. №3 (381). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-eksperimentalnyh-issledovaniy-v-oblasti-rannego-i-sverhrannego-obnaruzheniya-pozhara-v-sudovyh-pomescheniyah> (дата обращения: 22.04.2021).

11. Кузьменко Александр Владимирович Подход к управлению борьбой за живучесть корабля при комплексных авариях на основе методов ситуационного анализа и имитационного моделирования // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2016. №2 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhod-k-upravleniyu-borboyu-za-zhivuchest-korablya-pri-kompleksnyh-avariyah-na-osnove-metodov-situatsionnogo-analiza-i-imitatsionnogo> (дата обращения: 22.04.2021).

12. Кузовлев А. В., Билалов К. М. Рекомендации РТП при тушении пожара на танкере // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2019. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rekomendatsii-rtp-pri-tushenii-pozhara-na-tankere> (дата обращения: 22.04.2021).

13. Кузовлев А. В., Билалов К. М. Правила пожарной безопасности на морских судах // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2019. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravila-pozharnoy-bezopasnosti-na-morskih-sudah> (дата обращения: 22.04.2021).

14. Об утверждении Правил по охране труда на морских судах и судах внутреннего водного транспорта [Электронный ресурс] : приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 № 886н. URL: <https://rg.ru/2021/01/03/mintrud-prikaz886-site-dok.html> (дата обращения: 18.04.2021).

15. Павлов Энджел Вэтольдович Структурно-функциональная модель профессиональной подготовки специалистов пожарной безопасности водных судов флота России // Ученые записки университета Лесгафта. 2010. №11 (69). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strukturno-funktsionalnaya-model-professionalnoy-podgotovki-spetsialistov-pozharnoy-bezopasnosti-vodnyh-sudov-flota-rossii> (дата обращения: 22.04.2021).

16. Патент № RU2553047C1 «Система инертизации грузовых трюмов для предотвращения самовозгорания груза», заявление от 15.05.2014 г., автор: Жаренков Виктор Федорович (RU), заявитель и правообладатель: Закрытое акционерное общество «Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота» (RU) [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2553047C1_20150610 (дата обращения: 17.04.2021).

17. Пособие к СНиПу 21-01-97* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm (дата обращения: 18.04.2021).

18. Сорокин В. Е., Лобанов С. Л., Бледнов Д. А. О технологии автоматизированной оценки живучести и безопасности кораблей ВМФ // Программные продукты и системы. 2014. №2 (106). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-tehnologii-avtomatizirovannoy-otsenki-zhivuchesti-i-bezopasnosti-korabley-vmf-1> (дата обращения: 22.04.2021).

19. Транспорт водный внутренний. Термины и определения [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 55506-2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200106282> (дата обращения: 18.04.2021).

20. Флот. Общекорабельные системы и корабельные устройства – Противопожарные системы [Электронный ресурс]. URL: <http://voenobr.ru/uchmaterial/flot/610-2014-07-24-13-57-49.html?start=1> (дата обращения: 18.04.2021).

21. Шевелев Н.В., Кузовлев А.В. Предупреждение и тушения пожаров на водном транспорте // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preduprezhdenie-i-tusheniya-pozharov-na-vodnom-transporte> (дата обращения: 22.04.2021).

22. Basics of Fire Prevention On board Ships [electronic resource]. URL: <https://www.marineinsight.com/marine-safety/basics-of-fire-prevention-on-board-ships/> (date of application: 11.04.2021).

23. Industry's struggle with container ship fires continues [electronic resource]. URL: <https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/expert-risk-articles/container-ship-fires.html> (date of application: 12.04.2021).

24. The Ultimate Guide to Fighting Ship Fires Successfully [electronic resource]. URL: <https://connecteam.com/how-to-fight-ship-fires/> (date of application: 13.04.2021).

25. Towards risk-based fire safety assessment of passenger ships [electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/328577311_Towards_risk-based_fire_safety_assessment_of_passenger_ships (date of application: 14.04.2021).

26. Fire & safety on board cargo ships - sources of ignition & prevention methods [electronic resource]. URL: <http://bulkcarrierguide.com/fire-fighting.html> (date of application: 15.04.2021).