

УДК 355.614

DOI 10.25799/AR.2019.80.1.014

Экономико-технические аспекты ликвидации чрезвычайных ситуаций при тушении пожаров в здании повышенной этажности

Стрелов Александр Владимирович

Заместитель начальника отдела,
Отдел надзорной деятельности и профилактической работы по г. Сургуту,
Управление надзорной деятельности и профилактической работы,
Главное управление МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре,
628400, Российская Федерация, Сургут, ул. Энгельса, 8;
e-mail: mell30@bk.ru

Аннотация

В начале прошлого века в практике строительства ещё не было зданий повышенной этажности, и для эвакуации людей использовались простые раздвижные лестницы и верёвочные спусковые устройства. В настоящее время во многих крупных городах Российской Федерации имеется большое количество зданий повышенной этажности, высотных зданий, а также различных сооружений большой высоты. Из года в год в России наблюдается рост числа пожаров и гибели людей на них. Ежегодно число погибших на пожарах в Российской Федерации составляет около 17 – 18 тыс. человек.

В последние годы изобретены сотни спасательных устройств, которые позволяют производить спасание или эвакуацию людей из зданий любой этажности, в случае угрозы их жизни и здоровью от опасных факторов пожара и их вторичных проявлений. Все спасательные устройства можно условно разделить на три группы: средства спасания, доставляемые к месту пожара (зданию) пожарными подразделениями; стационарные спасательные устройства; устройства, применяемые спасаемыми индивидуально, без посторонней помощи (различные виды самоспасателей).

Проведённые исследования и практика тушения пожаров показывают, что и сегодня нет достаточно надежного и универсального спасательного устройства, с помощью которого можно было бы за короткое время провести спасательные работы при пожаре в высотных зданиях.

В настоящее время усилия большинства исследователей и изобретателей в области пожарной безопасности направлены на совершенствование конструкций ручных огнетушителей и автоматических установок обнаружения и тушения пожаров. Однако, даже правильно спроектированное и построенное здание не может обеспечить абсолютную безопасность для людей. Пожары в зданиях повышенной этажности возникают чаще всего по вине человека, которая заключается в несоблюдении им правил пожарной безопасности и неосторожном обращении с огнём.

Для цитирования в научных исследованиях

Стрелов А.В. Экономико-технические аспекты ликвидации чрезвычайных ситуаций при тушении пожаров в здании повышенной этажности // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 1А. С. 135-143.

Ключевые слова

Пожары, этажность, правила пожарной безопасности, стоимость систем безопасности.

Введение

Пока спасание людей при пожарах из зданий повышенной этажности и высотных зданий представляет большую проблему и ложится на плечи сотрудников подразделений пожарной охраны, которые, в свою очередь, испытывают значительные трудности с комплектованием различной спасательной техникой и спасательными устройствами как группового, так и индивидуального назначения.

В книге обобщены тактико-технические возможности пожарных подразделений по тушению пожаров и проведению спасательных работ. Приводится методика расчёта сил и средств для спасания людей из зданий с помощью передвижных и стационарных средств спасания [Arsava, 2018, 1745]. Приведены принципы управления силами и средствами на пожаре, а также оценка эффективности процесса управления.

Рост гибели людей на пожарах за последние 25 лет вызывает обеспокоенность специалистов.

С 1965 г. число погибших на пожарах людей выросло почти в 10 раз. Темпы прироста этого показателя имеют положительную тенденцию при одновременном сокращении численности населения и количества пожаров.

Гибель людей на пожарах зависит от экономических, социальных, образовательных, демографических, организационных и многих других факторов.

Возникновение пожаров и, как следствие, гибель людей, обусловлены техническими и социальными причинами. К техническим причинам относятся: уровень обеспечения пожарной безопасности в промышленности и жилье, наличие систем и средств, снижающих тяжесть последствий пожаров и обеспечивающих безопасность людей, и т. д. Кроме того, возможности пожарной охраны по выполнению стоящих перед ней задач зависят от её технической оснащённости [Сан, 2008, 161].

К социальным причинам относятся: уровень образования людей в области пожарной безопасности, их социальное положение, культура жизни, состояние физического и психического здоровья.

Для анализа показателя гибели людей на пожарах по годам используется показатель числа погибших в расчёте на 1 млн. чел. населения.

Этот показатель растёт более высокими темпами по сравнению с абсолютным показателем гибели, так как проявляется тенденция снижения численности.

Материалы и методы

Основными факторами, обуславливающими гибель людей при пожарах, на протяжении последних лет остаются: состояние алкогольного опьянения (48,75 %), болезнь, инвалидность, преклонный возраст (16,2 %), пребывание во время пожара в состоянии сна (10 %).

Гибель почти 96 % от общего числа погибших при пожарах людей происходит непосредственно на месте пожара.

Основную долю (около 75 %) числа погибших при пожарах людей составляет мужское население и лишь 25 % — женщины.

Это соотношение последнее десятилетие остаётся неизменным. Однако темпы роста показателей гибели мужчин и женщин остаются различными. Более высокие темпы гибели мужчин при пожарах (16 %) обеспечили прирост абсолютного числа погибших (прирост гибели при пожарах женщин — 10 %). Это объясняется психофизиологическими особенностями мужчин, склонных к большему риску и неосторожности, чем женщины. Кроме того, у мужчин выше уровень потребления алкоголя, что способствует увеличению риска погибнуть при пожаре.

Основная доля погибших на пожарах людей приходится на четыре социальные группы: пенсионеров, лиц без определенного рода занятий, работающих, школьников и дошкольников.

Число погибших, приходящееся на работающих людей, в последние годы имело тенденцию к снижению. Основная доля числа погибших на пожарах (более 65 %) приходится на пенсионеров и лиц без определённого рода занятий [Caneba, 2011, 167].

Доля населения в возрасте 20–40 лет составляет 29 % в общей численности, на эту группу приходится 21 % погибших на пожарах.

Наиболее опасными являются возрастные категории от 40 до 60 лет (26 % от всего населения, 42 % погибших на пожарах), свыше 60 лет (18 % от всего населения, 28 % погибших). Это характерно для городов и сельской местности.

Доля людей самой старшей возрастной группы, погибших на пожарах, в сельской местности выше, чем в городах.

В сельской местности Российской Федерации проживает 23 % населения, но на её долю приходится 33,2 % всех пожаров в стране и 43,2 % от общего числа погибших. В среднем по России люди погибают на каждом 14-м пожаре, в городе — на каждом 17-м, а в селе — на каждом 11-м.

Темпы роста гибели людей на пожарах в городах и сельской местности одинаковы и составляют 33 %. Более высокий уровень гибели людей на пожарах в сельской местности обусловлен более низким, чем в городе, уровнем противопожарной защиты и ограниченными возможностями пожарной охраны, худшими показателями оперативного реагирования.

Основная доля погибших при пожарах людей приходится на жилые объекты [Chatterjee, 2015, 129].

Основную долю в числе погибших при пожарах (без учёта жилого сектора) составляют люди, погибшие на производственных объектах. В последние годы это число находилось в пределах 500–600 чел. в год. Около 200 чел. гибнет ежегодно при пожарах на транспорте. На пожарах в административно-общественных зданиях и зданиях сельскохозяйственного производства гибнет примерно по 100 чел. в год.

На долю пожаров в зданиях жилого сектора в последние годы приходится около 90 % всех погибших при пожарах. При этом 93 % прироста гибели людей при пожарах приходится на здания жилого сектора, включающего в себя жилые дома, садовые домики, вагончики для жилья, надворные постройки, общежития; 70 % прироста приходится непосредственно на жилой сектор [Chernov, 2016, 200].

Основная доля погибших при пожарах в жилом секторе (49 % от общего числа) приходится на здания V степени огнестойкости, 17 % — на здания I степени огнестойкости, по 13 % — на здания II и III степеней огнестойкости.

Основной прирост погибших в жилом секторе приходится на здания V степени

огнестойкости и составляет 62 %, прирост по зданиям IV степени огнестойкости — 16 %, III степени огнестойкости — 19 %. Подобное соотношение объясняется особенностями жилого фонда Российской Федерации. Почти 70 % людей гибнет при пожарах в одноэтажных зданиях, большинство из которых здания V степени огнестойкости [Fingas, 2016, 1001].

В зависимости от назначения различают следующие виды зданий: жилые, общественные, промышленные, сельскохозяйственные.

Жилые здания предназначены для проживания людей (к ним относятся общежития, жилые дома, гостиницы, отели и т. п.).

Общественные здания предназначены для временного пребывания людей; они подразделяются по своему функциональному назначению на объекты здравоохранения, просвещения, науки, управления, физкультуры, бытового обслуживания населения и др.

Промышленные здания предназначены для производственных процессов, связанных с выпуском полуфабрикатов или готовой продукции (энергетические, складские, транспортные и др.).

Сельскохозяйственные здания предназначены для производства и хранения сельскохозяйственной продукции (птицеводческие и животноводческие фермы, коровники, механизированные тока, зернохранилища и т. д.).

По конструкции здания могут быть:

- бескаркасными с продольными и поперечными несущими стенами;
- каркасными с неполным и полным каркасом;
- коробчатыми из несущих продольных и поперечных перегородок;
- из объёмных элементов комнат или квартир. По этажности здания подразделяются на:
- малоэтажные – до 3 этажей;
- многоэтажные – от 4 до 9 этажей;
- повышенной этажности – от 10 до 25 этажей;
- высотные - более 25 этажей.

По уровню противопожарной защиты здания подразделяются на оборудованные стационарными установками пожаротушения (водяными, пенными, аэрозольными, газовыми, порошковыми) и не оборудованные ими.

Результаты и заключения

Работы по извлечению погибших проводились под контролем работников прокуратуры и медэкспертизы.

В целях обеспечения пожарной безопасности и контроля обстановки в районе телебашни оставлены на дежурстве четыре боевых расчёта в количестве 25 человек на пожарных автомобилях и один поисково-спасательный отряд.

На начальном этапе администрацией телебашни совместно с сотрудниками объектовой пожарной части были проведены оперативные мероприятия по защите людей. В результате этих мероприятий в короткие сроки были эвакуированы: часть рабочего персонала, посетители ресторана «Седьмое небо» и экскурсионные группы [Gottuk, 2016, 2005].

По первому сообщению о пожаре были высланы силы в составе 11 боевых расчётов ГПС на основных и специальных пожарных автомобилях, а также оперативный и руководящий состав УГПС ГУВД Москвы.

В течение получаса на месте пожара были сосредоточены 35 боевых расчётов (175 чел.) Московского гарнизона пожарной охраны, в том числе практически все автомобили газодымозащитной службы, подъёмные механизмы, пожарный вертолёт, 83 сотрудника патрульно-постовой службы и ГИБДД, а также поисково-спасательный отряд МЧС России.

Руководство работами по ликвидации последствий пожара осуществлялось оперативным штабом во главе с министром по чрезвычайным ситуациям с подвижного пункта управления, развёрнутого на первом этаже телебашни.

До прибытия пожарных подразделений со стороны администрации, обслуживающего и технического персонала объекта активных действий по тушению пожара не предпринималось [Liu, 2019, 999]. Не было проведено отключение энергоснабжения оборудования и коммуникаций (обесточивание произведено администрацией телебашни только в 18 ч 10 мин). При этом отдельные технические помещения телебашни были обесточены 28 августа после их дополнительного обследования пожарными и спасателями.

В ходе первой разведки пожара установлено, что на отметке + 450 м и выше происходило интенсивное горение антенных фидеров. Одновременно наблюдалось сильное задымление внутреннего пространства антенной части телебашни и стекание горящих фрагментов и капель изоляции фидеров. Пожар перешёл в развитую стадию, что свидетельствует о некоторой задержке сообщения о пожаре в пожарную охрану [Mealy, 2014, 300].

Объёмно-планировочные особенности телебашни затрудняли тушение пожара и проведение первоочередных аварийно-спасательных работ. Для ликвидации горения применялись стационарные установки углекислотного пожаротушения, переносные огнетушители.

В связи с недостатком первичных средств пожаротушения на объекте был организован срочный сбор и подвоз порошковых и аэрозольных огнетушителей из подразделений ГПС, объектов города и предприятий-изготовителей.

Проникновение пожарных в антенную часть телебашни было затруднено из-за её конструктивных особенностей, плотного задымления и высокой температуры. В результате этого пожарные были вынуждены осуществлять подъём с отметки 381 до 420 м по узкой вертикальной металлической лестнице без средств защиты органов дыхания [Mullin, 2018, 222]. Так же доставлялись на боевые участки средства пожаротушения.

В целях аэровизуального обследования состояния конструкций телебашни был произведён её облёт на вертолёте.

Благодаря принятым мерам удалось сдержать на непродолжительное время распространение пожара, что позволило своевременно эвакуировать более 300 человек.

По расчётам специалистов первоначальные действия пожарных позволили в 2–3 раза снизить скорость распространения пожара, предотвратить возгорание кабеля по всему объёму вертикальной шахты телебашни, которое могло произойти в течение 2–3 ч, а также не допустить распространения огня в смежные помещения. В результате этого была сохранена целостность основных несущих строительных конструкций телебашни [Noussia, 2012, 215]. Пожар в верхней части телебашни не удалось ликвидировать вследствие длительного неотключения кабельного хозяйства от электропитания, в результате чего на отдельных участках происходили повторные короткие замыкания и горение возобновлялось, расплавленная изоляция попадала на нижележащие отметки, образуя новые очаги пожара.

После получения информации об аварийной остановке лифта и блокировании в нем трёх человек, специалистами телебашни было высказано предположение, что кабина лифта находится на отметке + 348 м. Поисково-спасательные работы были организованы немедленно. Использование лифта на начальной стадии ведения оперативно-тактических действий было обусловлено крайней необходимостью сокращения времени доставки специальных средств и материалов для тушения пожара и устройства противопожарных рассечек [Nyankson, 2015]. Как свидетельствовали результаты пожарно-тактических учений на телебашне, время подъёма пожарного со снаряжением на отметку + 337 м (смотровая площадка) составляет около 2 ч. Причём, после такого подъёма пожарные ощущают значительную физическую усталость.

На основном этапе тактико-технических действий были организованы мероприятия по локализации и тушению пожара, поиску пострадавших.

В короткие сроки проведено визуальное обследование лестничных пролётов и основных рабочих помещений телебашни. Обследования, проведённые спасателями-альпинистами с использованием вертолёта, подтвердили информацию о возгорании телебашни на высоте 420÷450 м. Кроме того, была выявлена тенденция активного распространения огня вниз от уровня участка горения.

В условиях недостатка стационарных средств тушения пожарные проводили активные действия по тушению изоляции транзитных кабелей внутри антенно-фидерной части при помощи переносных огнетушителей.

В целях предотвращения вертикального распространения пламени в кабельной шахте вскрывали лифтовые шахты, перерезали кабели и фидеры, а также создавали перемычки из асбестового полотна на уровне + 348 м.

Была предпринята попытка создания противопожарного разрыва с применением огнетушителей аэрозольного тушения на уровне 119 м и хозяйственного водопровода для орошения металлических конструкций. Однако в результате теплового воздействия пожар распространился ниже отсёчного рубежа, произошла деформация натяжных тросов и возникла угроза разрушения лестниц [Short, 2013, 119].

Для обеспечения безопасности личный состав ГПС был выведен на площадку на уровне 67 м. В целях локализации пожара на отметках +58÷69 м были обрезаны фидеры, каналы перекрыты асбестом, обеспечено тушение очагов горения.

Все работы проводились с использованием средств защиты в условиях высоких температур, загазованности и ограниченной видимости.

В последующем на отметке + 63 м были приняты меры по подаче аэрозоль-но-порошкового состава в ствол шахты башни с применением дымососов. Для подъёма огнетушащих средств использовалось 15 пожарных отделений общей численностью 62 чел. На нижележащих уровнях были организованы боевые участки по тушению падающих искр и расплаваа. Это позволило локализовать пожар [Wilkinson, 2017, 365].

Принимались меры по ликвидации пожара всеми имеющимися средствами, в том числе с использованием специальной пожарной техники (дымососы, автомобиль газового тушения, аэрозольные средства пожаротушения и др.). Ниже уровня 63 м были подготовлены два ГПС-600 для заполнения кабельных коллекторов воздушно-механической пеной.

В процессе подъёма звеньев газодымозащитной службы по лестнице проводилось тушение оставшихся очагов горения и проверка помещений. В ходе этой работы поступило сообщение об ухудшении (на отметке более + 300 м) состояния здоровья двух сотрудников из состава звеньев, что потребовало привлечения группы врачей-спасателей.

Заключение

После локализации пожара появилась возможность проникновения в вышерасположенные этажи, где предположительно должна была находиться лифтовая кабина с пострадавшими.

На заключительном этапе был выполнен комплекс мероприятий по возвращению сил, привлеченных к тушению пожара и проведению связанных с ним первоочередных аварийно-спасательных работ, на места постоянной дислокации, а также по восстановлению их способности к выполнению возложенных задач. В целях поддержки работы экспертной группы, проводящей оценку ущерба от пожара, а также для контроля за обеспечением пожарной безопасности при проведении восстановительных работ 28–30 августа организовано постоянное дежурство четырёх пожарных расчётов в составе 25 чел. личного состава ГПС.

Созданная группировка сил, включающая в себя подразделения МВД России, МЧС России и другие службы, выполнила задачи по эвакуации и спасению людей, и тушению пожара исключительной сложности. Действия группировки позволили предотвратить гибель большого количества людей, быстрое распространение пожара и снизить материальный ущерб от пожара.

Организованная система управления в основном обеспечила устойчивое управление подразделениями. Тесное взаимодействие между подразделениями ГПС МВД России и МЧС России способствовало решению поставленных задач.

Библиография

1. Arsava, Kemal S, Vasudevan Raghavan, and Ali S Rangwala. 2018. "Enhanced Oil Spill Clean-Up Using Immersed Thermally Conductive Objects." *Fire Technology* 54(6): 1745–58. <https://doi.org/10.1007/s10694-018-0767-2>.
2. Can, S, H Yilmaz, and F Celik. 2008. "The Use Of Numerical Simulation For Oil Spill Contingency Plan." In *Integration of Information for Environmental Security*, eds. H Gonca Coskun, H Kerem Cigizoglu, and M Derya Maktav. Dordrecht: Springer Netherlands, 161–74.
3. Caneba, Gerard, and Yadunandan Dar. 2011. "Oil Spill Control from Emulsion-Based FRRPP Foaming Surfactant Systems." In *Emulsion-Based Free-Radical Retrograde-Precipitation Polymerization*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 167–75. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19872-4_16.
4. Chatterjee, Sangeeta. 2015. "Oil Spill Cleanup: Role of Environmental Biotechnology." In *Applied Environmental Biotechnology: Present Scenario and Future Trends*, ed. Garima Kaushik. New Delhi: Springer India, 129–43. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2123-4_9.
5. Chernov, Dmitry, and Didier Sornette. 2016. "Examples of Risk Information Concealment Practice." In *Man-Made Catastrophes and Risk Information Concealment: Case Studies of Major Disasters and Human Fallibility*, Cham: Springer International Publishing, 9–245. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24301-6_2.
6. Fingas, Merv. 2016. "Oil Spills and Response." In *Springer Handbook of Ocean Engineering*, eds. Manhar R Dhanak and Nikolaos I Xiros. Cham: Springer International Publishing, 1067–94. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16649-0_43.
7. Gottuk, D T, and D A White. 2016. "Liquid Fuel Fires." In *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, eds. Morgan J Hurley et al. New York, NY: Springer New York, 2552–90. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_65.
8. Liu, Wencai, Qihua Wang, and Qiyong Peng. 2019. "Research on Oil Spill Emergency Disposal Technology." In *Proceedings of the International Field Exploration and Development Conference 2017*, eds. Zhan Qu and Jia'en Lin. Singapore: Springer Singapore, 1445–59.
9. Mealy, Christopher, Matthew Benfer, and Dan Gottuk. 2014. "Liquid Fuel Spill Fire Dynamics." *Fire Technology* 50(2): 419–36. <https://doi.org/10.1007/s10694-012-0281-x>.
10. Mullin, Joseph V. 2018. "Continuing to Improve Oil Spill Response in the Arctic: A Joint Industry Programme." In *Sustainable Shipping in a Changing Arctic*, eds. Lawrence P Hildebrand, Lawson W Brigham, and Tafsir M Johansson. Cham: Springer International Publishing, 335–57.
11. Noussia, Kyriaki. 2012. "Environmental Pollution Liability and Insurance Law Ramifications in Light of the Deepwater Horizon Oil Spill." In *The Hamburg Lectures on Maritime Affairs 2009 & 2010*, eds. Jürgen Basedow, Ulrich Magnus, and Rüdiger Wolfrum. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 137–76. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27419-0_7.
12. Nyankson, Emmanuel, Dylan Rodene, and Ram B Gupta. 2015. "Advancements in Crude Oil Spill Remediation

- Research After the Deepwater Horizon Oil Spill.” *Water, Air, & Soil Pollution* 227(1): 29.
13. Short, John Rennie. 2013. “The Gulf Oil Spill.” In *Stress Testing the USA: Public Policy and Reaction to Disaster Events*, New York: Palgrave Macmillan US, 155–68. https://doi.org/10.1057/9781137325747_6.
14. Wilkinson, Jeremy et al. 2017. “Oil Spill Response Capabilities and Technologies for Ice-Covered Arctic Marine Waters: A Review of Recent Developments and Established Practices.” *Ambio* 46(3): 423–41. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0958-y>

Economic-technical aspects of emergency response to extinguish fires in high-rise building

Aleksandr V. Strelov

Deputy Head of Department,
Department of Supervision and Prevention Work in Surgut,
Administration of Supervision and Prevention Work,
Main Administration of the Ministry of Emergency Situations of Russia
for the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra,
628400, 8, Engels st., Surgut, Russian Federation;
e-mail: mell30@bk.ru

Abstract

At the beginning of the last century, there were no high-rise buildings in the construction practice, and simple sliding stairs and rope triggers were used to evacuate people. Currently, many large cities of the Russian Federation have a large number of high-rise buildings, high-rise buildings, as well as various high-rise buildings. From year to year in Russia there is an increase in the number of fires and deaths. Every year the number of deaths in fires in the Russian Federation is about 17-18 thousand people.

In recent years, hundreds of rescue devices have been invented that allow people to be rescued or evacuated from buildings of any number of storeys, in case of a threat to their life and health from fire hazards and their secondary manifestations. All rescue devices can be divided into three groups: rescue means delivered to the fire place (building) by fire departments; stationary rescue devices; devices used individually, without assistance (different types of self-rescuers).

The conducted research and practice of fire extinguishing show that even today there is no sufficiently reliable and universal rescue device with which it would be possible to carry out rescue work in case of fire in high-rise buildings in a short time.

Currently, the efforts of most researchers and inventors in the field of fire safety are aimed at improving the design of manual fire extinguishers and automatic fire detection and extinguishing systems. However, even a properly designed and constructed building cannot provide absolute safety for people. Fires in high-rise buildings occur most often through the fault of a person, which is non-compliance with the rules of fire safety and careless handling of fire.

For citation

Strelov A.V. (2019) Ekonomiko-tekhicheskiye aspekty likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy pri tushenii pozharov v zdanii povyshennoy etazhnosti [Economic-technical aspects of emergency response to extinguish fires in high-rise building]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 9 (1A), pp. 135-143.

Keywords

Fires, number of storeys, fire safety rules.

References

1. Arsava, Kemal S, Vasudevan Raghavan, and Ali S Rangwala. 2018. "Enhanced Oil Spill Clean-Up Using Immersed Thermally Conductive Objects." *Fire Technology* 54(6): 1745–58. <https://doi.org/10.1007/s10694-018-0767-2>.
2. Can, S, H Yilmaz, and F Celik. 2008. "The Use Of Numerical Simulation For Oil Spill Contingency Plan." In *Integration of Information for Environmental Security*, eds. H Gonca Coskun, H Kerem Cigizoglu, and M Derya Maktav. Dordrecht: Springer Netherlands, 161–74.
3. Caneba, Gerard, and Yadunandan Dar. 2011. "Oil Spill Control from Emulsion-Based FRRPP Foaming Surfactant Systems." In *Emulsion-Based Free-Radical Retrograde-Precipitation Polymerization*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 167–75. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19872-4_16.
4. Chatterjee, Sangeeta. 2015. "Oil Spill Cleanup: Role of Environmental Biotechnology." In *Applied Environmental Biotechnology: Present Scenario and Future Trends*, ed. Garima Kaushik. New Delhi: Springer India, 129–43. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2123-4_9.
5. Chernov, Dmitry, and Didier Sornette. 2016. "Examples of Risk Information Concealment Practice." In *Man-Made Catastrophes and Risk Information Concealment: Case Studies of Major Disasters and Human Fallibility*, Cham: Springer International Publishing, 9–245. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24301-6_2.
6. Fingas, Merv. 2016. "Oil Spills and Response." In *Springer Handbook of Ocean Engineering*, eds. Manhar R Dhanak and Nikolaos I Xiros. Cham: Springer International Publishing, 1067–94. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16649-0_43.
7. Gottuk, D T, and D A White. 2016. "Liquid Fuel Fires." In *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, eds. Morgan J Hurley et al. New York, NY: Springer New York, 2552–90. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_65.
8. Liu, Wencai, Qihua Wang, and Qiyong Peng. 2019. "Research on Oil Spill Emergency Disposal Technology." In *Proceedings of the International Field Exploration and Development Conference 2017*, eds. Zhan Qu and Jia'en Lin. Singapore: Springer Singapore, 1445–59.
9. Mealy, Christopher, Matthew Benfer, and Dan Gottuk. 2014. "Liquid Fuel Spill Fire Dynamics." *Fire Technology* 50(2): 419–36. <https://doi.org/10.1007/s10694-012-0281-x>.
10. Mullin, Joseph V. 2018. "Continuing to Improve Oil Spill Response in the Arctic: A Joint Industry Programme." In *Sustainable Shipping in a Changing Arctic*, eds. Lawrence P Hildebrand, Lawson W Brigham, and Tafsir M Johansson. Cham: Springer International Publishing, 335–57.
11. Noussia, Kyriaki. 2012. "Environmental Pollution Liability and Insurance Law Ramifications in Light of the Deepwater Horizon Oil Spill." In *The Hamburg Lectures on Maritime Affairs 2009 & 2010*, eds. Jürgen Basedow, Ulrich Magnus, and Rüdiger Wolfrum. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 137–76. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27419-0_7.
12. Nyankson, Emmanuel, Dylan Rodene, and Ram B Gupta. 2015. "Advancements in Crude Oil Spill Remediation Research After the Deepwater Horizon Oil Spill." *Water, Air, & Soil Pollution* 227(1): 29.
13. Short, John Rennie. 2013. "The Gulf Oil Spill." In *Stress Testing the USA: Public Policy and Reaction to Disaster Events*, New York: Palgrave Macmillan US, 155–68. https://doi.org/10.1057/9781137325747_6.
14. Wilkinson, Jeremy et al. 2017. "Oil Spill Response Capabilities and Technologies for Ice-Covered Arctic Marine Waters: A Review of Recent Developments and Established Practices." *Ambio* 46(3): 423–41. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0958-y>