

УДК 629.5–8

Идентификация взрывопожарной опасности судна, работающего на сжиженном природном газе

В. К. Новиков, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор

И. В. Маслов, аспирант,

Московская государственная академия водного транспорта

e-mail: tsbmgawt@yandex.ru ; ivanmasloff@gmail.com

Ключевые слова:
судно водного транспорта,
судовая энергетическая установка,
сжиженный природный газ,
взрывопожарная опасность.

Приведены результаты идентификации взрывопожарной опасности при эксплуатации судов водного транспорта, работающих на альтернативном топливе – сжиженном природном газе.

1. Введение

В целях предотвращения загрязнения окружающей среды для судов водного транспорта (ВТ) установлены предельно допустимые нормы выброса вредных веществ с отработавшими газами. Эти нормы изложены в Приложении VI Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78) [1] и в отечественном стандарте ГОСТ Р 51249-99 [2]. Нормируемые параметры и их количественные значения приведены в табл. 1.

Использование традиционных видов топлива на судах ВТ не в полной мере обеспечивает выполнение этих нормативных требований, что вынуждает судоводителей искать пути снижения токсичности выбросов судовых двигателей. Наиболее перспективно применение альтернативного топлива — сжиженного природного газа (СПГ).

Мировой опыт применения СПГ в качестве топлива на всех видах транспорта, в том числе и на судах ВТ, свидетельствует о значительном снижении выбросов

загрязняющих веществ [3]. Кроме того, цена газового топлива в 2–3 раза ниже цены традиционного моторного топлива. Таким образом, годовая экономия составит порядка 12–20 млн долл. для крупных контейнеровозов и порядка 6–12 млн для танкеров [4].

Возможность применения газового топлива в международной практике, как альтернативы традиционному дизельному топливу, рассматривается достаточно давно, в результате чего выявлены положительные и отрицательные стороны применения СПГ [5, 3].

В настоящее время в мире насчитывается более 300 судов-метановозов, использующих в качестве топлива испаряющийся в процессе транспортировки СПГ. Опыт использования СПГ на судах в России ограничивается результатами экспериментальных исследований по переводу речных судов проектов «Нева» и «Москва» на компримированный природный газ с работой по газодизельному циклу.

Практическое применение СПГ на судах ВТ в качестве моторного топлива сдерживают отсутствие соответствующей инфраструктуры снабжения судов СПГ, а также установившееся мнение о высокой степени опасности применения СПГ на судах. Это может быть опровергнуто путем создания надежного технико-технологического процесса и четким выполнением инструкций по применению СПГ.

Кроме того, зарубежный и отечественный опыт использования СПГ в качестве моторного топлива указывает на необходимость создания и практического внедрения на судах автоматизированной системы взрывопожарной безопасности в целях контроля «про-

Таблица 1

Предельно допустимые значения удельных средневзвешенных выбросов вредных веществ

Наименование нормируемого параметра	Норма удельных средневзвешенных выбросов, г/(кВт·ч)
Оксиды азота (NO _x), в приведении к NO ₂	9,8–17,0
Оксиды углерода (CO)	3,0
Углеводороды (CH _n), в приведении к CH _{1,85}	1,0

хождения» СПГ на судне на всех этапах его эксплуатации от бункеровки до выхода отработавших газов и принятия адекватных мер противозрывопожарной защиты в автоматическом режиме, в случае необходимости. Исходным этапом создания такой системы должна стать идентификация взрывопожарных опасностей, которые могут возникнуть при использовании СПГ в качестве альтернативного топлива для ВТ.

2. Идентификация взрывопожарной опасности при использовании СПГ в качестве моторного топлива на судах

Имеющийся опыт применения СПГ в качестве моторного топлива показывает, что для обеспечения взрывопожарной безопасной эксплуатации судна необходимо осуществлять постоянный контроль за состоянием СПГ на этапах бункеровки судна, его стоянки с СПГ и штатной эксплуатации. Путь прохождения СПГ по этим этапам эксплуатации судна применительно к его конструктивным элементам представлен в виде структурно-логической схемы на рис. 1. Сущность и содержание процесса поступле-

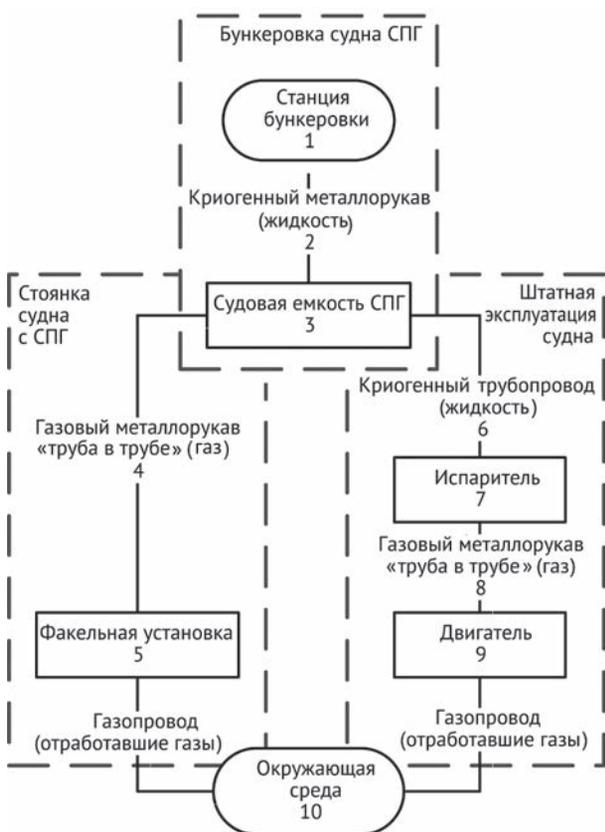


Рис. 1. Структурно-логическая схема прохождения СПГ по конструктивно-технологическим элементам судна на различных этапах его эксплуатации

ния СПГ для обеспечения работы судовой энергетической установки (СЭУ) на различных этапах эксплуатации судна, на которых необходимо анализировать появление возможных взрывопожароопасных ситуаций, сводится к следующему.

При анализе вероятности возникновения взрывопожарной ситуации при эксплуатации судна, работающего на СПГ, следует иметь в виду, что на судне природный газ находится в двух агрегатных состояниях: жидком (от станции бункеровки 1 до испарителя 7 (см. рис. 1) и газообразном (от испарителя 7 до выброса в окружающую среду (ОС) 10 в виде отработавших газов). Основной опасностью в жидкой фазе, помимо ее перехода в газообразное состояние с образованием взрывоопасной смеси с воздухом, является низкая температура, при воздействии которой на материалы, не пригодные к эксплуатации в криогенных условиях, они становятся ломкими, что чревато повреждением корпуса судна и дальнейшим распространением СПГ.

Наибольшую опасность с точки зрения возможности появления взрывопожароопасных ситуаций на судне, работающем на СПГ, представляет утечка паров СПГ с последующим образованием взрывоопасной смеси с кислородом воздуха. Необходимо осуществлять постоянный контроль за техническим и технологическим состоянием элементов на пути прохождения СПГ на всех этапах эксплуатации судна.

На этапе бункеровки судна из заправочной станции 1 по криогенным металлорукавам 2 СПГ поступает в судовую емкость СПГ 3. В случае повреждения металлорукава 2 произойдет пролив СПГ в водный объект, что чревато быстрым переходом СПГ в газообразную фазу со значительным увеличением в объеме (при сжижении объем СПГ уменьшается в 600 раз), приводящим к так называемому «холодному взрыву».

С точки зрения обеспечения взрывопожарной безопасности судовой емкости 3, следует иметь в виду, что СПГ внутри емкости испаряется со временем, причем чем меньше количество СПГ остается в емкости, тем интенсивнее происходит процесс испарения [7]. В этом случае для обеспечения взрывопожаробезопасного хранения СПГ в емкости и во избежание ее повреждения, через газовый металлорукав, выполненный по принципу «труба в трубе» 4, перепускным клапаном должен осуществляться сброс излишков газа для его последующего безопасного сжигания на специальной факельной установке 5. В случае отказа клапана существует опасность повышения давления, которое может привести к разрушению емкости СПГ и утечке жидкости в окружающую среду.

При штатной эксплуатации судна обеспечение СЭУ газом из судовой емкости 3 по криогенному трубопроводу 6 осуществляется испарителем сжиженного газа 7. После испарителя 7 природный газ с дав-

лением, близким к атмосферному, по криогенному металлоукаву 8 подается к двигателю 9. Перед непосредственным поступлением в цилиндры ДВС газ проходит заслонку, регулирующую расход топлива, а также фильтр тонкой очистки. В случае закупорки фильтра возможно повышение давления в трубопроводе, которое может привести к утечке газа с соответствующими последствиями.

К основным параметрам состояния СПГ, превышение количественных значений которых выше допустимых может привести к взрывопожарной ситуации относятся давление, температура, концентрация и скорость потока. Возможность возникновения взрывопожарной ситуации на каждом из конструктивных элементов на пути прохождения СПГ, приведенных на рис. 1, в случае превышения допустимых количественных значений параметров его состояния в виде структурно-логической схемы представлена на рис. 2

Из анализа данных, представленных на рис. 2, видно, что в число основных элементов (мест) на пути прохождения СПГ в ходе эксплуатации судна, где возможно появление взрывопожароопасных ситуаций в результате превышения установленных параметров состояния СПГ, входят:

- 1) помещения судна — повышенная концентрация газа;
- 2) криогенный металлоукав бункеровки судна 2, судовая емкость СПГ 3, судовые криогенные трубопроводы 6 — температура жидкой фазы;
- 3) криогенный металлоукав бункеровки судна 2 — давление жидкой фазы;
- 4) выход из испарителя 7 (перед поступлением в двигатель) — температура газообразной фазы;
- 5) судовая емкость СПГ 3, на выходе из испарителя 7 (перед поступлением в двигатель) — давление газообразной фазы;

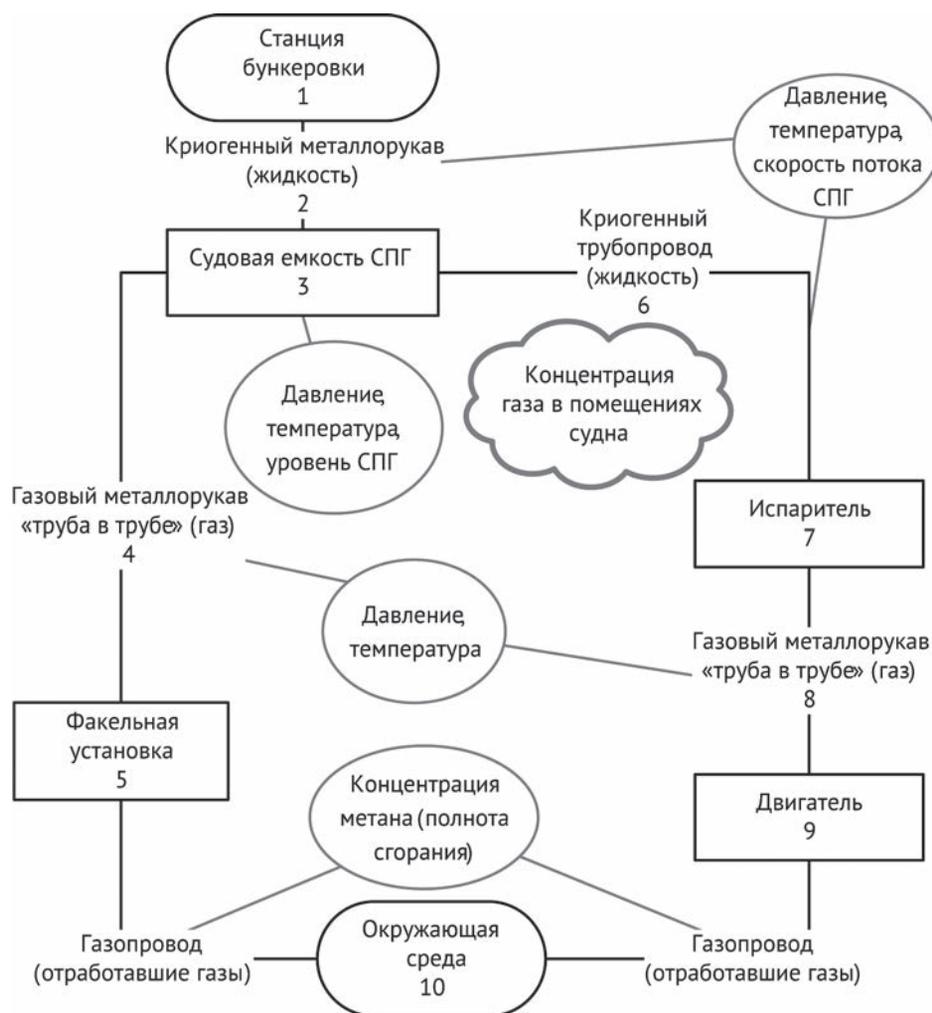


Рис. 2. Структурно-логическая схема возможных взрывопожароопасных ситуаций для конструктивных элементов судна в результате превышения установленных параметров СПГ

- 6) криогенный металлорукав бункеровки СПГ 2 и судовой криогенный трубопровод СПГ 6 — скорость истечения СПГ.

Превышение порогового значения одного из параметров, перечисленных в пунктах 1-6, может стать причиной взрывопожароопасной аварийной ситуации либо выброса природного газа в окружающую среду с соответствующими неблагоприятными последствиями.

3. Выводы

1. С экологической и экономической точек зрения использование СПГ в качестве топлива на судах ВТ достаточно перспективно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Maritime Organization. MARPOL consolidated edition 2006. Suffolk, 2006.
2. ГОСТ Р 51249-99. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения.
3. Chandler K., Norton P., Clark N.. Dallas Area Rapid Transit's (DART) LNG bus fleet: Final Results. CO.: U.S. Department of Energy national laboratory, 2000.
4. TRI-ZEN LNG Perspective: The Genesis of LNG Bunkers. URL: [2. Наиболее важные этапы эксплуатации судна на СПГ с точки зрения взрывопожаробезопасности: бункеровка судна, стоянка судна с СПГ и штатная эксплуатация судна на СПГ.
 3. К основным параметрам СПГ, приводящим к взрывопожарной опасности на пути прохождения СПГ для обеспечения работы СЭУ, в случае превышения их допустимых значений относятся давление, температура, концентрация и скорость потока газа.
 4. Наиболее взрывопожароопасные элементы \(места\) на пути прохождения СПГ в ходе всех этапов эксплуатации судна: криогенные металлорукава, трубопроводы и газопроводы, судовая емкость и испаритель СПГ.](http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Air%20pollution/LNG%20Bunker%20Perspec-</div><div data-bbox=)

tives%20Feb%202012.pdf (дата обращения 5 декабря 2012 г.).

5. LNG used to power the ferry «Glutra» in Norway — the world first ferry to run on LNG. Bergen: Skipsrevenue AS, 2000.
6. Толишин В.И., Епифанов В.С. [и др.]. Переоборудование энергоустановки речных теплоходов городских линий московского региона (на примере теплохода проекта Р-51 «Москва») для работы на сжатом природном газе: Отчет о НИР № VI/810. — М.: МГАВТ, 1997.
7. Эксплуатация бортовых криогенных топливных систем для транспорта на сжиженном природном газе. Рекомендации организации Р Газпром 2-1.13-232-2008.

Identification of Fire and Explosion Danger of the Vessel Working in Liquefied Natural Gas

V.K. Novikov, Head of Chair, Doctor of Engineering, Professor, Moscow State Academy of Water Transport
I.V. Maslov, Graduate Student, Moscow State Academy of Water Transport

Results of fire and explosion danger identification are given for the water transport vessels working in liquefied natural gas as alternative fuel when in service.

Keywords: water-career, ship power plant, liquefied natural gas, fire and explosion danger.

Президент отклонил поправки в Закон о Сколково

Владимир Путин отклонил Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об инновационном центре «Сколково», принятый Государственной Думой и одобренный Советом Федерации, по следующим основаниям.

В законе не определены критерии и показатели, необходимые для оценки эффективности результатов деятельности центра «Сколково» в экономической, социальной и научной сферах. Имеющиеся в законодательстве РФ пробелы в сфере регулирования прав на результаты интеллектуальной деятельности, а также касающиеся потребностей инновационных компаний закон не восполняет, в то же время статус действующих наукоградов нивелируется.

Вызывает сомнение правомерность предоставления управляющей компании центра «Сколково» права утверждать нормативы градостроительного планирования и проектирования, определять требования к составу разрешительной документации и перечню этапов строительства. Законодательством РФ реализация данной функции возложена на соответствующие органы государственной власти и органы местного самоуправления.

Источник: сайт Президент.рф