

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

УДК 661.91; 006.05

Е.Б. Федорова, доцент, к.т.н., РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина (Москва, РФ),
fedorova.e@gubkin.ru

В.Я. Кершенбаум, профессор, д.т.н., РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина,
tkaning@yandex.ru

Интерес к проблематике стандартизации в области сжиженного природного газа (СПГ) обусловлен интенсивным развитием этой отрасли энергетики и недостатком комплексных представлений об отечественной национальной базе стандартизации в сфере СПГ. Разработка эффективных путей импортозамещения требует повышенного внимания к вопросам стандартизации объектов производства, хранения, транспортирования и потребления СПГ. В статье проведен анализ состояния практики стандартизации в сфере СПГ в международных, зарубежных, национальных, отечественных и корпоративных системах. Показаны различные подходы к стандартизации в США, Канаде, Европе, Австралии и России. Авторы делают вывод о необходимости разработки комплекса взаимоувязанных общегосударственных стандартов на технологическое оборудование, проектирование, строительство, эксплуатацию, диагностику и ремонт различных производственных объектов индустрии СПГ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ, СПГ, ПРОИЗВОДСТВО СПГ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, ГОСТ, ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ.

Интерес к проблематике стандартизации в области СПГ обусловлен двумя важными причинами:

- интенсивным развитием этой сферы мировой энергетики, в том числе в России;

- острым дефицитом или практически полным отсутствием в отечественной практике комплексных представлений о собственной национальной базе стандартизации в области СПГ.

Сфера СПГ относится к категории высокотехнологичных производств и поэтому находится под угрозой санкций со стороны стран Запада. Не вызывает сомнений, что организация производства СПГ в России пойдет по пути локализации как наиболее оперативному направлению процесса импортозамещения, в связи с чем этапу стандартизации должно быть уделено первоочередное внимание. При этом следует учитывать, что стандарты должны носить характер ГОСТ Р или ГОСТ.

Как показал опыт, принцип гармонизации в формируемых отечественных стандартах зачастую носит упрощенный характер, т. е. значительная часть новых отечественных документов является идентичным воспроизведением зарубежной (международной) практики, в лучшем случае стандарты модифицируются, отличаясь от базовых документов незначительной, чисто «косметической» корректировкой. Подобный подход нельзя отнести к категории творческого совершенствования зарубежной практики, он нуждается:

- в четком следовании принципам Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации», а также ГОСТ Р 1.5 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения»;

- тщательном учете температурно-климатических условий

России и состояния технологической базы отечественных предприятий.

Итак, в целом проблема формулируется как разработка эффективных путей импортозамещения в области СПГ (включая составляющую локализации), при этом важнейшим стартовым этапом является анализ состояния международной, в том числе отечественной, стандартизации и построение алгоритма формирования современной базы российских и межгосударственных стандартов в этой сфере.

Если рассматривать проблему создания проектов СПГ в России в имеющихся условиях, то можно выделить несколько последовательных этапов:

- 1) анализ современных общемировых баз построения стандартов, включая международные, региональные, национальные, зарубежные и отечественные практики. Классификация баз

Fedorova E.B., Associate Professor, Ph.D. in Engineering Science, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (Moscow, RF), fedorova.e@gubkin.ru

Kershenbaum V.Ya., Professor, Doctor of Engineering Science, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), tkaning@yandex.ru

Analysis of the modern state of standardization in the field of liquefied natural gas

Interest in the problematics of standardization in the field of liquefied natural gas (LNG) is driven by an intensive development of this power industry branch and a lack of complex representations of the domestic national standardization base in the field of LNG. The development of effective import phase-out ways requires additional attention to standardizing LNG production, storage, transport and consumption facilities. The article analyses the LNG standardization practice in international, foreign, domestic, national and corporate systems. Different approaches to standardization in the USA, Canada, Europe, Australia and Russia are presented. The authors arrive at a conclusion that it is necessary to develop a set of interrelated nationwide standards for process equipment, design, construction, operation, diagnostics and repair of various LNG industrial facilities.

KEY WORDS: LIQUEFIED NATURAL GAS, LNG, LNG PRODUCTION, STANDARDIZATION, GOST, IMPORT PHASE-OUT.

стандартов различных систем по иерархическому принципу;

2) формирование с помощью принципов гармонизации современной базы отечественных стандартов (национальных и корпоративных);

3) анализ отдельных подсистем, оборудования, материалов и т. п., являющихся критическими с позиции эффективного функционирования систем в целом. Подобный анализ следует провести по всем этапам создания системы проектирования, конструирования, отработки технологии производства и т. п.;

4) критический анализ технических, технологических, кадрово-профессиональных составляющих наиболее продвинутых отечественных организаций, предприятий и производств с позиции представления их как базы локализации.

Заключительный этап реализации задач стандартизации, локализации производств способствует лишь решению проблемы импортозамещения, что не означает достижения уровня конкурентоспособности производства.

Темой настоящей работы является первый из перечисленных этапов, т. е. анализ состояния практики стандартизации в сфере СПГ в международных, зарубежных, национальных,

отечественных и корпоративных системах.

Все существующие в мире крупнотоннажные объекты производства СПГ спроектированы, построены и эксплуатируются в соответствии с американскими и европейскими стандартами. Это связано с тем, что первыми разработчиками технологических процессов производства и первыми строителями объектов СПГ являются американские и европейские компании, такие как Phillips Petroleum, Marathon Oil, Shell, Gaz de France и др. К объектам СПГ относятся заводы СПГ, в том числе и единственный пока в России завод на о-ве Сахалин, причалы

для загрузки-разгрузки газовых танкеров, приемные терминалы с резервуарами для хранения СПГ и испарительными установками.

В силу того что США являются «пионерами» в строительстве установок сжижения природного газа (с 1934 г.) и на их территории происходили самые тяжелые по последствиям для людей и сооружений аварии, наиболее «отработанными» стандартами являются американские. Сделав выводы из всех фатальных инцидентов, американские сообщества разработали стандарты, превратившие индустрию СПГ в одну из самых безопасных в мире отраслей энергетики.





Наиболее комплексно сферу производства СПГ охватывают следующие стандарты:

- NFPA 59A – Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG) («Производство, хранение и перекачка сжиженного природного газа (СПГ)»), США [1];
- EN 1473 – Installation and equipment for liquefied natural gas – Design of onshore installations («Установки и оборудование для сжиженного природного газа. Проектирование наземных установок»), Европейский союз [2].

Объектами стандартизации являются установки и оборудование для производства, хранения, перекачки, выдачи и испарения СПГ, подготовка персонала установок СПГ, проектирование, размещение, строительство, техническое обслуживание и эксплуатация установок СПГ.

Стандарты NFPA разрабатываются американской Национальной ассоциацией противопожарной защиты (National Fire Protection Association – NFPA). Стандарт NFPA 59A (ANSI/NFPA 59A) – это наиболее полное комплексное собрание требований к наземным установкам производства СПГ. Он был впервые опубликован в 1967 г. В настоящее время действует редакция 2013 г.,

пока не вступит в силу редакция 2016 г.

Стандарт NFPA 59A состоит из 15 частей, включающих требования:

- к площадкам под строительство установок СПГ и их планировке;
- технологическому оборудованию;
- стационарным резервуарам для хранения СПГ;
- испарительным установкам;
- трубопроводным системам и их компонентам;
- контрольно-измерительным приборам, аппаратуре и электрическим сетям;
- перекачке СПГ и хладагентов;
- противопожарной защите и безопасности;
- малотоннажным установкам СПГ, использующим стационарные контейнеры ASME (контейнеры емкостью не более 379 м³ при суммарном объеме хранения СПГ не более 1060 м³);
- эксплуатации, техническому обслуживанию и подготовке персонала;
- оценке рисков, исходящих с территории завода СПГ, для окружающих.

Требования данного стандарта обязательны для выполнения всеми организациями и физиче-

скими лицами, вовлеченными в сферу СПГ.

Кроме того, в США установки СПГ подпадают под юрисдикцию Федерального закона (Code of Federal Regulations) 49 в части 193 «Установки сжиженного природного газа: Федеральный стандарт безопасности» (49 CFR, P. 193) [3]. Этим законом регламентируются требования безопасности к площадкам под строительство установок СПГ, проектированию и сооружению установок СПГ, технологическому оборудованию, его эксплуатации и техническому обслуживанию, квалификации и подготовке персонала, противопожарной защите.

Стандарт NFPA 59A базируется на целой группе стандартов на проектирование различных видов оборудования и практическом опыте ведения работ. Он включает ссылки на стандарты таких организаций, как:

- ACI – American Concrete Institute (Американский институт бетона) применительно к сооружениям из бетона;
- ALPEMA – Brazed Aluminium Plate-Fin Heat Exchanger Manufacturer's Association (Ассоциация изготовителей паяных ребристо-пластинчатых теплообменников);
- API – American Petroleum Institute (Американский институт нефти) применительно к трубопроводной запорной арматуре, большим сварным резервуарам низкого давления, резервуарам для охлажденных сжиженных газов, резервуарам для хранения сжиженных нефтяных газов;
- ASME – American Society of Mechanical Engineers (Американское общество инженеров-механиков) применительно к котлам и сосудам высокого давления, технологическим трубопроводам, криогенным трубопроводам, газораспределительным трубопроводным системам и др.

Стандарты Евросоюза (EN) принимаются Европейским комитетом по стандартизации (CEN)

и имеют статус национальных стандартов во всех странах, входящих в Евросоюз. Стандарт EN 1473 был разработан Техническим комитетом CEN и распространяется на заводы СПГ, приемные терминалы и установки для покрытия пикового спроса на газ. Он существует в трех официальных версиях: на английском, французском и немецком языках – и носит рекомендательный характер. При этом стандарты EN, на которые ссылается данный документ, являются обязательными для выполнения. Среди них:

- EN 809 Pumps and pump units for liquids — Common safety

requirements («Насосы и насосные установки для жидкостей – общие требования безопасности»);

- EN 1160 Installations and equipment for liquefied natural gas – General characteristics of liquefied natural gas («Установки и оборудование для сжиженного природного газа – общие характеристики сжиженного природного газа»);

- EN 1474 Installation and equipment for liquefied natural gas – Design and testing of loading/unloading arms («Установки и оборудование для сжиженного природного газа – проектирование и испытания загрузочных/разгрузочных рукавов»);

- EN 1532 Installation and equipment for liquefied natural gas – Ship to shore interface («Установки и оборудование для сжиженного природного газа – граница раздела «судно – берег») и др.

Помимо общеевропейских стандартов на территории отдельных государств, входящих в ЕС, могут действовать национальные стандарты на отдельные виды оборудования. Так, например, на газовые турбины в Великобритании существует стандарт BS ISO 14661 Thermal turbines for industrial applications (steam turbines, gas expansion turbines) – General requirements («Турбины тепловые промышленного применения (па-

Таблица 1. Национальные стандарты России [9]

Номер стандарта	Название стандарта
Проектирование и эксплуатация производственных комплексов СПГ	
ГОСТ Р 56352–2015, неполный аналог NFPA 59A (NEQ)	Нефтяная и газовая промышленность. Производство, хранение и перекачка сжиженного природного газа. Общие требования безопасности
ГОСТ Р 55892–2013	Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Общие технические требования
ГОСТ Р 56400–2015	Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация морских терминалов сжиженного природного газа. Общие требования
Свойства СПГ	
ГОСТ Р 56835–2015	Газ природный сжиженный. Газ отпарной производства газа природного сжиженного. Определение компонентного состава методом газовой хроматографии
ГОСТ Р 56851–2016	Газ природный сжиженный. Метод расчета термодинамических свойств
ГОСТ Р 56719–2015	Газ горючий природный сжиженный. Отбор проб
Свойства СПГ в качестве топлива	
ГОСТ Р 56021–2014	Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок. Технические условия
Применение СПГ в качестве топлива на РЖД	
ГОСТ Р 56878–2016	Локомотивы, работающие на сжиженном природном газе. Требования к организации эксплуатации
ГОСТ Р 57026–2016	Локомотивы, работающие на сжиженном природном газе. Метод определения герметичности трубопроводов, соединений и затворной арматуры системы газоподготовки
ГОСТ Р 56286–2014	Локомотивы маневровые, работающие на сжиженном природном газе. Общие технические требования
ГОСТ Р 56287–2014	Газотурбовозы магистральные грузовые, работающие на сжиженном природном газе. Общие технические требования
Применение СПГ в качестве топлива на автотранспорте	
ГОСТ Р 56217–2014	Автомобильные транспортные средства, использующие газ в качестве моторного топлива. Общие технические требования к эксплуатации на сжиженном природном газе, техника безопасности и методы испытаний
ГОСТ Р 56218–2014	Автомобильные транспортные средства, работающие на сжиженном природном газе. Криогенные системы питания. Технические требования и методы испытаний

Таблица 2. СТО Газпром в области производства и потребления СПГ

Номер стандарта	Название стандарта
Документы нормативные для проектирования, строительства и эксплуатации объектов ПАО «Газпром»	
СТО Газпром 2-2.3-331–2009	Технические требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации технологического оборудования емкостного и колонного типов с проектным сроком службы до 40 лет, работающего в неагрессивных средах
СТО Газпром 2-3.7-509–2010	Организация пусконаладочных работ оборудования портов, баз и терминалов морского базирования
СТО Газпром 2-3.5-510–2010	Установки и аппараты воздушного охлаждения газа
СТО Газпром 2-2.3-569–2011	Методическое руководство по расчету и анализу рисков при эксплуатации объектов производства, хранения и морской транспортировки сжиженного и сжатого природного газа
СТО Газпром 2-6.2-672–2012	Электрооборудование объектов морского базирования. Силовые трансформаторы и трансформаторные подстанции. Общие технические требования
СТО Газпром 2-1.15-680–2012	Автоматизированные системы управления производственно-технологическими комплексами объектов ОАО «Газпром». Транспортировка, добыча, хранение, переработка углеводородов. Технические требования
СТО Газпром 2-3.6-701–2013	Криогенные автомобильные газозаправочные станции. Общие технические требования
СТО Газпром 2-3.5-748–2013	Турбодетандерные агрегаты. Типовые технические требования
СТО Газпром 2-1.15-749–2013	Автоматизированные системы управления объектами энергообеспечения. Классификатор энергооборудования и сигналов информационного обмена
СТО Газпром 2-1.11-832–2014	Применение электростанций собственных нужд нового поколения с поршневым и газотурбинным приводом
СТО Газпром 2-2.1-947–2015	Объекты газоснабжения сжиженным природным газом. Общие требования к проектированию
Система норм и нормативов расхода ресурсов, использования оборудования и формирования производственных запасов ПАО «Газпром»	
СТО Газпром 3.2-3-022–2011	Методика определения норм и нормативного расхода химреагентов, адсорбентов и катализаторов на перерабатывающих объектах ОАО «Газпром»
Р Газпром 3.0-4-037–2014	Методика нормирования потребления электроэнергии на собственные и технологические нужды на объектах переработки газа
Другие документы Системы стандартизации ПАО «Газпром»	
СТО Газпром 041–2008	Газ горючий природный, конденсат газовый и продукты их переработки. Термины и определения
Р Газпром 123–2013	Рекомендации по выбору варианта газификации потребителей

ровые турбины, газовые турбины со степенями давления). Общие требования», а в Германии – стандарт DIN 4342 Gas turbines; standard reference conditions, standard power and performance data («Турбины газовые. Стандартные условия эксплуатации, стандартная мощность и эксплуатационные данные») [4].

В Канаде установки СПГ проектируются, строятся и эксплуатируются в соответствии с CAN/CSA-Z276-15 – Liquefied Natural Gas (LNG) – Production, Storage and Handling («Сжиженный природный газ (СПГ) – производство,

хранение и перекачка») [5]. Стандарт разработан Ассоциацией стандартов Канады; полностью идентичен американскому стандарту NFPA 59A. При этом Канада имеет собственные стандарты на отдельные виды оборудования, например CSA C22.1 Canadian Electrical Code («Электротехнический стандарт Канады»), CSA B51-14 Boiler, Pressure Vessel and Pressure Piping Code («Котлы, сосуды и трубопроводы под давлением»), CSA B52 Mechanical Refrigeration Code («Механическое холодильное оборудование») и др.

В Австралии, занимающей одно из ведущих мест в мире по производству СПГ, при проектировании, изготовлении оборудования и строительстве заводов СПГ руководствуются как собственными стандартами, такими как AS 3961 The storage and handling of liquefied natural gas («Хранение и перекачка сжиженного природного газа») [6], AS 5601 Gas installations («Газовые установки») и др., так и американскими NFPA 59A, NFPA 30, NFPA 58, API 620, ASME VIII и др.

Существующие стандарты ISO, как правило, охватывают отдель-

ные виды оборудования и материалов, их эксплуатацию, контроль и испытания. Исключением является еще не утвержденный стандарт ISO/AWI 20257, определяющий требования к проектированию морских установок – плавучим комплексам производства и хранения СПГ [7].

Объекты морской транспортировки СПГ (танкеры СПГ, причалы для швартовки танкеров, оборудование для загрузки (отгрузки) СПГ в танкеры) подчиняются международным стандартам, которые разрабатываются такими организациями, как:

- SIGTTO – Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (Международное общество операторов газовых танкеров и терминалов) [8];

- IMO – International Maritime Organization (Международная морская организация);

- OCIMF – Oil Companies International Marine Forum (Международная организация нефтяных компаний, занимающихся морской транспортировкой углеводородов).

Развитие индустрии СПГ в России невозможно без создания системы взаимоувязанных стандартов, начиная от общих требований к индустрии в целом и заканчивая требованиями к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации отдельных видов оборудования.

В настоящее время рядом организаций, таких как ФГБУ «ВНИИПО МЧС России», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ДОО ЦКБН ПАО «Газпром» и др., ведется активная работа по разработке отечественных нормативных документов в области производства и применения СПГ (табл. 1). Анализ утвержденных стандартов показывает, что первые три нормативных документа (поз. 1–3) относятся к общим стандартам на проектирование и эксплуатацию производственных установок в области СПГ, причем охватывают все три производственные сферы: крупнотоннажное наземное производство, малотоннажное наземное

производство и морские установки производства и регазификации СПГ.

Так, в 2015 г. был утвержден ГОСТ Р 56352–2015 «Производство, хранение и перекачка сжиженного природного газа. Общие требования безопасности». Данный стандарт является неполным аналогом американского NFPA 59A (NEQ) и содержит требования к комплексам СПГ (КСПГ) в целом, установкам по производству СПГ, системам контроля и автоматизации, связи и сигнализации КСПГ, инженерным системам КСПГ, строительству КСПГ, его эксплуатации и ремонту, охране труда и окружающей среды, а также к подготовке персонала. Данный ГОСТ Р содержит гораздо меньше ссылок на вспомогательные стандарты, чем его американский аналог. К тому же нормативные ссылки включают стандарты 1976, 1987, 1988 гг., что явно не соответствует современному уровню развития технического регулирования.

В отдельный ГОСТ Р 55892–2013 выделены объекты малотоннажного производства и потребления СПГ. Данный стандарт «устанавливает общие требования к проектированию, строитель-

ству, монтажу, реконструкции и эксплуатации» малотоннажных установок с суммарной массой хранения СПГ не более 200 т в резервуарах объемом не более 260 м³, давление в которых не превышает 0,8 МПа.

ГОСТ Р 56400–2015 распространяется на объекты морского базирования: плавучие заводы СПГ и стационарные заводы СПГ с основанием гравитационного типа, а также плавучие регазификационные терминалы.

Остальные ГОСТ Р (табл. 1, поз. 4–13) затрагивают свойства и применение СПГ в качестве топлива на железнодорожном и автотранспорте.

В настоящее время в разработке также находится один из основных регулирующих документов. Это Свод правил (СП) «Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности».

Если сравнивать российскую и зарубежные базы стандартов в области СПГ, становится очевидным отсутствие необходимых стандартов на технологическое оборудование, его испытания, эксплуатацию и ремонт. Особенно это касается спирально-





витых и ребристо-пластинчатых криогенных теплообменников, стендеров для перекачки СПГ в порту, криогенных насосов и др. Частично вопросы технического регулирования решаются за счет СТО Газпром (табл. 2), но этого недостаточно.

Следует отметить, что в табл. 2 данной статьи не вошли документы Системы стандартизации ПАО «Газпром», касающиеся использования СПГ в качестве топлива на транспорте и топливных автомобильных систем.

Как показал общий анализ содержания приведенных в таблице СТО Газпром, все они носят вспомогательный характер при проектировании объектов производства СПГ. Только два документа из табл. 2 распространяются на технологическое оборудование: это СТО Газпром 2-3.5-510–2010 «Установки и аппараты воздушного

охлаждения газа» и СТО Газпром 2-3.5-748–2013 «Турбодетандерные агрегаты. Типовые технические требования».

Однако в России производством СПГ занимается не только ПАО «Газпром». Какими нормативными документами пользуются и будут пользоваться «НОВАТЭК», ПАО «НК «Роснефть» или более мелкие российские компании?

Становится очевидной необходимость разработки комплекса взаимоувязанных общегосударственных стандартов на технологическое оборудование, проектирование, строительство, эксплуатацию, диагностику и ремонт различных производственных объектов индустрии СПГ. А вопросы импортозамещения ключевого технологического оборудования требуют безотлагательного решения вопросов стандартизации. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. NFPA 59A: Standard for the Production, Storage and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards?mode=code&code=59a> (дата обращения: 10.11.2016).
2. BS EN 1473:2016 Installation and equipment for liquefied natural gas – Design of onshore installations [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030297214> (дата обращения: 10.11.2016).
3. U.S. DOT, 49 CFR Part 193: Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.phmsa.dot.gov/staticfiles/PHMSA/DownloadableFiles/Files/Jurisdiction_49_CFR_Part_193.pdf (дата обращения: 10.11.2016).
4. Официальный сайт ФГУП «Стандартинформ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gostinfo.ru> (дата обращения: 15.10.2016).
5. CAN/CSA-Z276-15 – Liquefied natural gas (LNG) – Production, storage, and handling [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://shop.csa.ca/en/canada/petroleum-and-natural-gas-industry-systems/canca-z276-15/inv/27014702015> (дата обращения: 10.11.2016).
6. AS 3961: The storage and handling of liquefied natural gas [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.saiglobal.com/shop/script/Details.asp?DocN=AS0733766161AT> (дата обращения: 12.11.2016).
7. Каталог стандартов ИСО [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.iso.org/iso/ru/home/store/catalogue_ics.htm (дата обращения: 24.04.2016).
8. Официальный сайт The Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sigtto.org/publications/publications-and-downloads> (дата обращения: 24.04.2016).
9. ГОСТ Эксперт. Единая база ГОСТов РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gostexpert.ru> (дата обращения: 14.11.2016).

REFERENCES

1. NFPA 59A: Standard for the Production, Storage and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG). Access mode: <http://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards?mode=code&code=59a> (Access date: 10.11.2016).
2. BS EN 1473:2016 Installation and equipment for liquefied natural gas – Design of onshore installations. Access mode: <http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030297214> (Access date: 10.11.2016).
3. U.S. DOT, 49 CFR Part 193: Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards. Access mode: http://www.phmsa.dot.gov/staticfiles/PHMSA/DownloadableFiles/Files/Jurisdiction_49_CFR_Part_193.pdf (Access date: 10.11.2016).
4. Official Web-Site of Federal State Unitary Enterprise "Standartinform". Access mode: <http://www.gostinfo.ru> (Access date: October 15, 2016). (In Russian)
5. CAN/CSA-Z276-15 – Liquefied natural gas (LNG) – Production, storage, and handling. Access mode: <http://shop.csa.ca/en/canada/petroleum-and-natural-gas-industry-systems/canca-z276-15/inv/27014702015> (Access date: 10.11.2016).
6. AS 3961: The storage and handling of liquefied natural gas. Access mode: <https://www.saiglobal.com/shop/script/Details.asp?DocN=AS0733766161AT> (Access date: 12.11.2016).
7. ISO Catalogue. Access mode: http://www.iso.org/iso/ru/home/store/catalogue_ics.htm (Access date: April 24, 2016). (In Russian)
8. Official Web-Site of The Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO). Access mode: <http://www.sigtto.org/publications/publications-and-downloads> (Access date: April 24, 2016).
9. GOST Expert. Single Base of GOST of the Russian Federation. Access mode: <http://gostexpert.ru> (Access date: November 14, 2016). (In Russian)