

Основные проблемы обеспечения промышленной безопасности криогенных трубопроводов сжиженного природного газа



А.А. Лесконог,
науч. сотрудник,
leskonog@safety.ru



Г.Ю. Чуркин,
канд. техн. наук,
зам. директора



Ю.В. Бекасов,
ст. науч.
сотрудник

АНО «Агентство исследований промышленных рисков»,
Москва, Россия

Описаны ключевые проблемы транспортировки сжиженного природного газа по протяженным криогенным трубопроводам от резервуаров хранения сжиженного газа на причал отгрузки продукта в танкеры в аспекте их влияния на промышленную безопасность. Отмечены специфические опасности, связанные с эксплуатацией трубопроводов сжиженного природного газа. Проведен анализ требований нормативных документов к криогенным трубопроводам сжиженного природного газа в части таких проблемных вопросов, как минимальные расстояния до соседних объектов, переходы через автомобильные и железные дороги, мероприятия по предупреждению аварий и инцидентов в результате утечек сжиженного газа и др.

Ключевые слова: промышленная безопасность, сжиженный природный газ, завод сжиженного природного газа, терминал, технологические трубопроводы, криогенные трубопроводы, изотермические резервуары, нормативные требования.
DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-41-46

Введение

Отгрузочные терминалы сжиженного природного газа (СПГ), как правило, являются структурой заводов по сжижению природного газа, поэтому эстакада с трубопроводами до стендеров отгрузки СПГ, соединяющих резервуары хранения СПГ и причальные сооружения отгрузки, проектируется в составе объектов заводского комплекса. При этом терминалы СПГ также входят в состав морского порта, который используется для строительства и обеспечения производственной деятельности данных объектов. Перевозка СПГ в танкерах является преимущественным видом транспорта этого продукта, так как транспортировка СПГ по магистральным трубопроводам практически нецелесообразна при наличии магистральных газопроводов.

Развитие освоения шельфовых месторождений, а следовательно, размещение комплексов по производству СПГ в сложных природно-климатических условиях (на мелководье прибрежных участков северных морей, с высокими ледовыми нагрузками и др.) существенно осложняет проектирование и обеспечение безопасной эксплуатации терминалов СПГ. Одними из проблемных вопросов обеспечения надежности и безопасности при транспортировке СПГ являются проектирование и эксплуатация протяженных криогенных трубопроводов по следующим причинам.

1. Причалы отгрузки СПГ располагают на удалении от берега и, как правило, соединяют с бе-

реговыми сооружениями переходным мостом или эстакадой. Таким образом, криогенные трубопроводы СПГ (два и более) размещают в стесненных условиях на общей эстакаде, как правило, совместно с трубопроводами отпарного газа, другими продуктами отгрузки, например СУГ и газовым конденсатом, а также трубопроводами технологического обеспечения (пожаротушения, водоснабжения и т.п.), электрическими кабелями, кабелями связи и автоматики.

2. Действующие и планируемые к реализации проекты крупнотоннажных заводов СПГ характеризуются значительной протяженностью (от сотен метров до десяти километров) криогенных трубопроводов, осуществляющих транспортировку СПГ между резервуаром для хранения СПГ и причалом отгрузки продукта на танкер. Это связано с оптимизацией размещения крупнотоннажных резервуаров объемом 120–160 тыс. м³ и размещением причалов, которые должны обеспечивать свободное маневрирование вблизи причала танкеров грузоподъемностью до 300 тыс. м³. Поэтому удаленность причала от берега зависит от глубины моря в месте разгрузки [1].

3. При требуемой производительности отгрузки диаметр криогенных трубопроводов СПГ достигает 400–1000 мм, а следовательно, при значительных протяженностях и диаметрах криогенных трубопроводов СПГ существенно возрастает объем опасных веществ, циркулирующих в системе, соответственно, повышается пожаро- и взрывоопасность.

Криогенный трубопровод СПГ относят к межцеховым технологическим трубопроводам, поскольку он служит для транспортировки готового продукта с завода СПГ на причал для отгрузки в танкеры. Учитывая большую протяженность данных трубопроводов, возможны пересечения с железными и автомобильными дорогами, сближения с населенными пунктами и инфраструктурой морского порта, близлежащих предприятий, отдельными зданиями и сооружениями (таможенные и пограничные службы) и другими объектами, что, как правило, характерно для магистральных трубопроводов, поэтому задача обеспечения надежности и безопасности криогенных трубопроводов отгрузки СПГ является необходимой и актуальной.

Особенности эксплуатации криогенных трубопроводов СПГ

Учитывая сложные климатические условия размещения заводов СПГ, большинство сооружений объекта, в том числе и эстакады терминала СПГ, как правило, собирают из модулей заводской готовности с заранее установленными трубными секциями и технологическим оборудованием, что накладывает дополнительные требования к монтажу и испытаниям данных трубопроводов.

Криогенный трубопровод СПГ эксплуатируют в двух режимах работы терминала СПГ: хранения и отгрузки [2].

1. Режим хранения. Сжиженный природный газ поступает из резервуаров, циркулирует по трубопроводной эстакаде, коллекторам причала погрузки и возвращается в резервуары. Циркуляция СПГ в режиме хранения необходима для поддержания системы трубопроводов в криогенном состоянии.

2. Режим отгрузки. Сжиженный природный газ из резервуаров перекачивается по трубопроводам на причал и отгружается на танкер.

Давление нагнетания в криогенных трубопроводах СПГ обеспечивается погружными насосами центробежного типа с электродвигателем, которые устанавливаются в резервуарах СПГ, и составляет около 0,7–1 МПа. Давление, создаваемое насосами отгрузки, должно обеспечивать требуемое избыточное давление на границе танкера, равное примерно 240 кПа. Скорость отгрузки СПГ из резервуаров хранения на танкеры составляет в среднем 12 000–14 000 м³/час.

Перед началом отгрузки при полном расходе судовые танки СПГ должны быть охлаждены до температуры ниже –100 °С. При загрузке танкеров откачку СПГ проводят одновременно несколькими насосами из всех имеющихся резервуаров. Танкеры СПГ соединяют с причалом посредством гибких загрузочных рукавов — стендеров. Как правило, терминалы оснащают тремя-четырьмя загрузочными рукавами. При этом два-три рукава работают для загрузки СПГ, один рукав — для откачки газа, образующегося при захлаживании танкера.

Особенность трубопроводного транспорта сжиженных газов — зависимость транспортируемой среды от характера изменения давления и температуры по длине трубопровода. Если давление в трубопроводе упадет ниже давления насыщения сжиженного газа при данной температуре, то жидкость закипит и образующаяся паровая фаза заполнит часть сечения трубопровода, что может привести к резкому снижению пропускной способности трубопровода. Поэтому данный вид транспорта требует, чтобы сжиженный газ в трубе все время поддерживался в жидком состоянии, т.е., несмотря на потери напора и притока тепла, температура сжиженного газа должна всегда оставаться ниже температуры кипения при данном давлении [3]. Иногда внешний контур криогенных трубопроводов СПГ снабжают системами циркуляции жидкости или пара с низкой температурой, обеспечивающими их постоянное поддержание в захлаженном состоянии.

Отпарной газ, образующийся на судне при отгрузке СПГ, отводят в коллектор через стендер возврата паров и далее в трубопровод отпарного газа. При этом часть пара возвращают в резервуары СПГ для замещения объема жидкости, удаленного при отгрузке, а часть пара направляют на технологические нужды или на факел. Значительная протяженность криогенных трубопроводов СПГ требует сохранения теплового баланса, поэтому важным критерием обеспечения безопасности данных трубопроводов является правильный выбор изоляционного покрытия. В настоящее время используют криогенные трубопроводы с вакуумной изоляцией.

Заполнение низкотемпературных трубопроводов представляет собой сложный нестационарный процесс с возможностью появления таких опасных факторов, как гидравлический удар, гейзерные эффекты [4]. Наибольшую опасность представляют пульсации давления, при которых максимальное давление в 3–5 раз может превышать давление подачи жидкости в трубопровод. Возможность гидроудара существует и при отгрузке СПГ в результате аварийного (в течение 2–3 с) разъединения загрузочных рукавов причала и приемных коллекторов танкера.

При транспортировке СПГ по криогенным трубопроводам в результате движения СПГ могут образовываться электростатические заряды, которые, накапливаясь, создают электрическое поле и могут являться причиной электрических разрядов [3]. Накопленный заряд в случае разгерметизации трубопровода существенно повышает риск возникновения взрыва или пожара газозадушенной смеси.

Большое значение для обеспечения безопасности и надежности технологических трубопроводов СПГ имеет выбор материалов и оборудования. Поскольку трубопроводы эксплуатируют при низких температурах (до –165 °С), возможны такие неблагоприятные явления, как температурные деформации

ции, возникновение и распространения трещин в трубе. Трубы должны изготавливать из специальных сталей, которые позволяют обеспечить прочность и пластичность трубопроводов.

При определении внутренних источников опасности криогенных трубопроводов СПГ прежде всего рассматривают сценарий разгерметизации соединений с оборудованием. При этом большую опасность во время эксплуатации представляет разгерметизация трубопровода, обычно в местах установки запорной арматуры [4].

В основном рассматривают два сценария развития событий в случае разгерметизации криогенных трубопроводов СПГ:

истечение на протяжении длительного времени из дефектного отверстия и испарение с поверхности земли или воды разлитого сжиженного газа;

внезапный (спонтанный) выброс, наступивший в результате разрушения трубопровода и воспринимаемый как взрыв. Взрыв происходит в результате резкой декомпрессии сжиженного газа, находящегося под давлением, и быстрого перехода его в паробразное состояние.

Согласно экспериментальным данным, разлив СПГ на воду представляет большую опасность, чем пролив на поверхность земли, поскольку при попадании в воду конвекция СПГ настолько высока, что площадь разлива будет увеличиваться до тех пор, пока скорость испарения жидкости не станет равна скорости притока жидкости, прибывающей в результате утечки. При одном и том же объеме пролитого продукта площадь разлитого СПГ на воде больше, чем на суше [5].

Все варианты аварийного истечения продукта из криогенных трубопроводов СПГ необходимо рассчитывать, принимая во внимание вероятность каскадного развития аварии. Это связано со стесненными условиями прокладки трубопроводов СПГ на эстакаде совместно с другими трубопроводами, транспортирующими взрывоопасные вещества, а также со сосредоточением в непосредственной близости от трубопроводной эстакады значительных объемов СПГ (емкость каждого резервуара хранения составляет в среднем 120–160 тыс. м³, емкость танкеров — 145–155 тыс. м³) [1].

Таким образом, особенности эксплуатации криогенных трубопроводов СПГ требуют решения ряда вопросов по обеспечению безопасности и надежности, учитывающих специфику отгрузки СПГ на танкеры [6]:

расчеты нагрузок и воздействий на трубопроводы СПГ, учитывающие особенности (протяженность) транспортировки СПГ для отгрузки на танкер, в том числе обеспечение надежности трубопровода при нестационарных режимах перекачки, связанных с аварийным отсоединением танкера;

обнаружение утечек и (или) загазованности на теплоизолированных трубопроводах СПГ большой

протяженности, в том числе и в арктических условиях;

предотвращение эскалации аварии при разгерметизации одного из трубопроводов, проложенных на трубопроводной эстакаде;

требования к минимальным безопасным расстояниям до возможных объектов сближения по трассе трубопровода;

функционирование единой системы противоаварийной защиты «танкер — берег» при загрузке танкера и др.

Требования нормативных документов в области обеспечения безопасности криогенных трубопроводов СПГ

В настоящее время нормативная база в области проектирования заводов и отгрузочных терминалов СПГ по многим аспектам обеспечения промышленной безопасности недостаточна. Это касается и криогенных трубопроводов СПГ, которые, как указано выше, относятся к межцеховым трубопроводам и имеют протяженный характер.

Требования к технологическим, в том числе межцеховым технологическим трубопроводам, определены требованиями Руководства по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» [7] и ГОСТ 32569—2013 [8], которые содержат рекомендации по обеспечению выполнения требований промышленной безопасности, в том числе требований к конструкции и материалам трубопроводов, трубопроводной арматуре, а также к устройству, монтажу и эксплуатации. Однако данные документы не в полной мере содержат актуальные для протяженных криогенных трубопроводов СПГ требования к минимальным расстояниям до соседних объектов, пересечениям с автомобильными и железными дорогами общего пользования, установке аварийных дренажных емкостей, наличию систем обнаружения утечек, расстановке запорной арматуры. Частично данные требования рассмотрены в федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности [9, 10], однако многие вопросы остаются нерешенными.

Для решения вопросов проектирования межцеховых технологических трубопроводов нефти и нефтепродуктов часто используется практика применения СТУ, в котором закладываются требования нормативного документа по магистральным трубопроводам СП 36.13330.2012 [11], а также при прокладке межцеховых технологических трубопроводов диаметром до 400 мм по территории городов и населенных пунктов — требования СП 125.13330.2012 [12]. Магистральные трубопроводы, как правило, характеризуются значительной протяженностью и имеют сближения и пересечения по трассе с другими объектами, поэтому в документе [11] установлены более жесткие требования к

данным трубопроводам. Однако данный свод правил не распространяется на проектирование трубопроводов, предназначенных для транспортировки сжиженных углеводородных газов, охлажденных до температуры ниже -40°C . Свод правил [12] устанавливает повышенные требования к трассе, конструктивному исполнению и материалам трубопроводов при прохождении в стесненных условиях в границах населенных пунктов, поэтому практика применения данного документа может быть полезна для решения сложных вопросов обеспечения безопасности технологических трубопроводов СПГ. Однако необходимо учитывать, что данный свод правил [12] распространяется на проектирование продуктопроводов «для транспортирования нефтепродуктов, имеющих при температуре 20°C давление насыщенных паров не выше 93,1 кПа» и не распространяется на трубопроводы СПГ.

Если рассматривать нормативные документы, разработанные специально для проектирования промышленных объектов, связанных с производством, хранением и реализацией СПГ, то требований к протяженным криогенным трубопроводам СПГ от резервуаров до причала отгрузки продукта на танкер также недостаточно. Например, ВНТП-51-1—88 [13] содержат требования к технологическим трубопроводам СПГ, однако вопросы отгрузки продукта ограничиваются требованиями к средствам для налива и отгрузки СПГ в автоцистерны и не содержат требований к транспортировке СПГ на причал и отгрузке товарного продукта на танкеры. При этом при рассмотрении требований к расстояниям от зданий, сооружений и других объектов до межцеховых технологических трубопроводов в документе [13] делается ссылка на требования к генеральным планам промышленных предприятий, требования к технологическим трубопроводам СПГ отсутствуют. Нормативные требования к технологическим стальным трубопроводам рассмотрены выше [7–10], что касается требований СП 18.13330.2011 [14], то документ устанавливает требования к генеральному плану в пределах площадки предприятия.

В рамках работы технического комитета Российской Федерации по стандартизации «Техника и технологии добычи и переработки нефти и газа» в 2015 г. принят национальный стандарт ГОСТ Р 56352—2015 [15], в котором установлен ряд общих требований к технологическим трубопроводам СПГ (к конструкции и материалному исполнению, применению трубопроводной арматуры, размещению). Однако документ не включает требования к оборудованию и устройствам площадки отгрузки СПГ и, соответственно, не содержит в полной мере требования к криогенным трубопроводам СПГ от резервуаров СПГ до причала.

Необходимость применения специальных требований к межцеховым криогенным трубопроводам СПГ подтверждает зарубежная практика нормиро-

вания. Так, в группе стандартов ASME B31 [16, 17] технологические трубопроводы и трубопроводы для транспортировки продуктов между заводами и терминалами выделены в разные секции: B31.3 и B31.4 соответственно. Стандарт ASME B31.4 [17] включает рекомендации по материалам, конструкциям элементов, данные для оценки и ограничения напряжений, реакций и смещений, вызванных повышением давлений, изменением температур и прочих нагрузок; требования к изготовлению, сборке и установке трубопроводных систем и др. Вместе с тем детальные требования к обеспечению промышленной безопасности данных трубопроводов, описанные выше, рассматриваются не в полной мере, что, вероятно, обусловлено спецификой нормирования за рубежом — как правило, требования по безопасности объекта устанавливаются в конкретном проекте. Минимальные требования безопасности к технологическим трубопроводам СПГ установлены в стандарте BS EN 1473.

Заключение

В настоящее время для транспортировки СПГ от резервуаров хранения СПГ на причал отгрузки продукта на танкеры используют протяженные криогенные трубопроводы большого диаметра. При этом вопросы обеспечения промышленной безопасности технологических трубопроводов сжиженных газов требуют отдельной проработки с учетом необходимости разработки мероприятий по минимизации вероятности и последствий утечек, защите населения и близлежащей инфраструктуры и др. Существующая нормативная база в области промышленной безопасности как для объектов СПГ в целом, так и для протяженных криогенных трубопроводов недостаточна, поэтому, безусловно, данные вопросы по обеспечению безопасности должны решаться путем разработки дополнительных требований к криогенным трубопроводам СПГ. При разработке и совершенствовании таких нормативных требований необходимо использовать существующие исследования в области трубопроводного транспорта СПГ, российский и зарубежный опыт проектирования и эксплуатации технологических, магистральных трубопроводов и трубопроводов сжиженных газов, а также объектов СПГ.

Список литературы

1. Федорова Е.Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. — М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2011. — 159 с.
2. Лесконог А.А., Чуркин Г.Ю. Особенности и основные проблемы обеспечения промышленной безопасности терминалов сжиженного природного газа// Безопасность труда в промышленности. — 2016. — № 12. — С. 57–61.
3. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. — М.: Изд-во «НЕФТЬ и ГАЗ», 2009. — 640 с.

4. *BS EN 1473:2007*. Installation and equipment for liquefied natural gas. Design of onshore installations. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.7021&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 20.10.2017).

5. Джерри Хэйвенс. Оценка потенциальных угроз общественным интересам в связи с планируемым размещением импортного терминала в порту Лонг-Бич. URL: http://east-eco.com/sites/default/files/im_docs_62_ocenka_ugroz_v_svyazi_s_razmescheniem_SPG.pdf (дата обращения: 20.10.2017).

6. Чуркин Г.Ю., Синицина А.А., Базалий Р.В. Опыт и проблемы разработки специальных технических условий для объектов газотранспортной системы// Безопасность труда в промышленности. — 2016. — № 4. — С. 66–70.

7. Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов: рук-во по безопасности. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2013. — 29 с.

8. *ГОСТ 32569—2013*. Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах. — М.: Стандартинформ, 2015. — 184 с.

9. Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением: федер. нормы и правил ав обл. пром. безопасности. URL: <http://www.gosnadzor.ru/industrial/equipment/acts/%D0%A4%D0%9D%D0%9F%D0%9E%D0%A0%D0%9F%D0%94%20%D1%80%D0%B5%D0%B3%20%D0%9C%D0%B8%D0%BD%D1%8E%D1%81%D1%82%20%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B7.pdf> (дата обращения: 20.10.2017).

10. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. — 2-е изд., доп. — Сер. 9. — Вып. 37. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2013. — 126 с.

11. *СП 36.13330.2012*. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06—85*. URL: <http://msk.mos.ru/Handlers/Files.ashx/Download?ID=10904> (дата обращения: 20.10.2017).

12. *СП 125.13330.2012*. Нефтепродуктопроводы, прокладываемые на территории городов и других населенных пунктов. Актуализированная редакция СНиП 2.05.13—90. URL: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293788/4293788791.htm> (дата обращения: 20.10.2017).

13. *ВНТП-51-1—88*. Ведомственные нормы технологического проектирования установок по производству и хранению сжиженного природного газа, изотермических хранилищ и газозаправочных станций (временные). — М.: Мингазпром СССР, 1988. — 63 с.

14. *СП 18.13330.2011*. Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП II-89-80*. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293811/4293811449.htm> (дата обращения: 20.10.2017).

15. *ГОСТ Р 56352—2015*. Нефтяная и газовая промышленность. Производство, хранение и перекатка сжиженного природного газа. Общие требования безопасности. — М.: Стандартинформ, 2015. — 29 с.

16. *ASME B31.3—2008*. Process Piping. ASME Code for Pressure Piping, B31. URL: <http://www.itok-co.com/uploads/images/standards/ASME%20B31.3%20-%202008.pdf> (дата обращения: 20.10.2017).

17. *ASME B31.4—2016*. Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries, B31. URL: <http://files.asme.org/Catalog/Codes/PrintBook/35826.pdf> (дата обращения: 20.10.2017).

leskonog@safety.ru

Материал поступил в редакцию 2 ноября 2017 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2017, № 12, pp. 41–46.
DOI: 10.24000/0409-2961-2017-12-41-46

Main Problems of Ensuring Industrial Safety of Cryogenic Pipelines of the Liquefied Natural Gas

Information about the Author

A.A. Leskonog, Research Associate, leskonog@safety.ru

G.Yu. Churkin, Cand. Sci. (Eng.), Deputy Director

Yu.V. Bekasov, Senior Researcher

ANO «Industrial Risk Research Agency», Moscow, Russia

Abstract

Shipping terminals of the liquefied natural gas are generally included to the scope of the plants for liquefying natural gas, therefore the pipercak upstream the loading arms of the liquefied natural gas, which connects storage tanks and jetty for shipment, is designed in the scope of the plant complex facilities. At the same time, the liquefied natural gas terminals are also included in the scope of the seaport, which is used for construction and ensuring production activities of these facilities. Transportation of the liquefied natural gas in the tankers — the preferred type of transport for this product, as the transportation of the liquefied natural gas through the main pipelines is practically inappropriate in the presence of the main gas pipelines.

Cryogenic pipeline of the liquefied natural gas is referred to intership process pipelines since it serves to transport the finished product from the plant to the jetty for shipment to the tankers. Taking into account the large length of these pipelines it is possible that they will be crossed with the railways and the highways, located closer to the settlements and the infrastructure of the seaport, various facilities that is usually specific for the main pipelines. Therefore, the task of ensuring reliability and safety of the cryogenic pipelines for the liquefied natural gas shipment is required and of high priority.

Specific hazards associated with the operation of the liquefied natural gas pipelines are noted. The analysis was carried out concerning the regulatory documents requirements for liquefied natural gas cryogenic pipelines in terms of various problematic issues.

The current regulatory framework in the field of industrial safety for both the objects of the liquefied natural gas in general and for extended cryogenic pipelines is insufficient. These issues should be addressed by developing additional requirements for cryogenic liquefied natural gas pipelines. When developing and improving them, it is required to use the current studies in the field of the pipeline transport of the liquefied natural gas, the Russian and the foreign experience in the design and operation of the process, main and liquefied natural gas pipelines, as well as the objects of the liquefied natural gas.

Key words: industrial safety, liquefied natural gas, liquefied natural gas plant, terminal, process pipelines, cryogenic pipelines, isothermal tanks, regulatory requirements.

References

1. Fedorova E.B. *Sovremennoe sostojanie i razvitie mirovoj industrii szhizhennogo prirodnogo gaza: tehnologii i oborudovanie* (Current Status and Development of the World Industry of the Liquefied Natural Gas: Technologies and Equipment). Moscow: RGU нефти i gaza im. I.M. Gubkina, 2011. 159 p.

2. Leskonog A.A., Churkin G.Ju. Specifics and the main problems of ensuring industrial safety for the terminals of the liquefied natural gas. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2016. № 12. pp. 57–61.

3. Rachevskij B.S. *Szhizhennye uglevodorodnye gazy* (Liquefied Petroleum Gases). Moscow: Izd-vo «NEFT i GAZ», 2009. 640 p.

4. *BS EN 1473:2007*. Installation and equipment for liquefied natural gas. Design of onshore installations. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.7021&rep=rep1&type=pdf> (accessed: October 20, 2017).

5. Havens J. *Ocenka potencialnyh ugroz obshchestvennym interesam v svyazi s planiruемым razmeshheniem importnogo terminala v portu Long-Bich* (Assessment of potential threats to public interests in connection with the planned placement of the import terminal in the Long Beach port). Available at: http://east-eco.com/sites/default/files/im_docs_62_ocenka_ugroz_v_svyazi_s_razmeshcheniem_SPG.pdf (accessed: October 20, 2017).

6. Churkin G.Ju., Sinicina A.A., Bazalij R.V. Experience and problems related to the development of Project Specific Technical Specifications for the objects of gas transportation system. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2016. № 4. pp. 66–70.

7. *Rekomendacii po ustrojstvu i bezopasnoj jekspluatacii tehnologicheskikh truboprovodov: ruk-vo po bezopasnosti* (Recommendations to Design and Safe Operation of Process Pipelines: Safety Guide). Moscow: ZAO NTTs PB, 2013. 29 p.

8. *GOST 32569—2013. Truboprovody tehnologicheskie stalnye. Trebovaniya k ustrojstvu i jekspluatacii na vzryvopozharoопасnyh i himicheski opasnyh proizvodstvah* (GOST 32569—2013. Process Steel Pipelines. The Requirements to Design and Operation on Fire and Explosion and Chemically Hazardous Production Facilities). Moscow: Standartinform, 2015. 184 p.

9. *Pravila promyshlennoj bezopasnosti opasnyh proizvodstvennyh obektov, na kotoryh ispolzuetsja oborudovanie, rabotajushhee pod izbytochnym davleniem: feder. normy i pravila v obl. prom. bezopasnosti* (Rules of industrial safety for hazardous production facilities on which the equipment working under excessive pressure is used: Federal norms and regulations in the field of industrial safety). Available at: <http://www.gosnadzor.ru/industrial/equipment/acts/%D0%A4%D0%9D%D0%9F%20%D0%9E%D0%A0%D0%9F%D0%94%20%D1%80%D0%B5%D0%B3%20%D0%9C%D0%B8%D0%BD%D1%8E%D1%81%D1%82%20%D1%80%D0%B5%D0%B%D0%B8%D0%B7.pdf> (accessed: October 20, 2017).

10. *Obshhie pravila vzryvobezopasnosti dlja vzryvopozharoопасnyh himicheskih, neftehimicheskih i neftepererabatyvajushih proizvodstv: feder. normy i pravila v obl. prom. bezopasnosti* (General Rules of Explosion Safety for Fire and Explosion Hazardous Chemical, Petrochemical and Oil Processing

Plants: Federal Norms and Regulations in the Field of Industrial Safety). 2-e izd., dop. Ser. 9. Iss. 37. Moscow: ZAO NTTs PB, 2013. 126 p.

11. *SP 36.13330.2012. Magistralnye truboprovody. Aktualizirovannaja redakcija SNIp 2.05.06—85** (SP 36.13330.2012. Trunk pipelines. Revised edition of SNIp 2.05.06—85*). Available at: <http://mtsk.mos.ru/Handlers/Files.ashx/Download?ID=10904> (accessed: October 20, 2017).

12. *SP 125.13330.2012. Nefteproduktoprovydy, prokladываемые na territorii gorodov i drugih naseleennyh punktov. Aktualizirovannaja redakcija SNIp 2.05.13—90* (SP 125.13330.2012. Oil-products pipelines laid in the territory of the cities and other settlements. Revised edition of SNIp 2.05.13—90). Available at: <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293788/4293788791.htm> (accessed: October 20, 2017).

13. *VNTP-51-1—88. Vedomstvennye normy tehnologicheskogo proektirovaniya ustanovok po proizvodstvu i hraneniju szhizhennogo prirodnogo gaza, izotermicheskikh hranilishh i gazozapravochnnyh stancij (vremennye)* (VNTP-51-1—88. Departmental Norms for Process Design of the Units for Production and Storage of the Liquefied Natural Gas, Isothermal Storages and Gas Filling Stations (temporary). Moscow: Mingazprom SSSR, 1988. 63 p.

14. *SP 18.13330.2011. Generalnye plany promyshlennyh predpriyatij. Aktualizirovannaja redakcija SNIp II-89-80** (SP 18.13330.2011. Plot plans of industrial enterprises. Updated revision of SNIp II-89-80*). Available at: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293811/4293811449.htm> (accessed: October 20, 2017).

15. *GOST R 56352—2015. Nefljanaja i gazovaja promyshlennost. Proizvodstvo, hranenie i perekachka szhizhennogo prirodnogo gaza. Obshhie trebovaniya bezopasnosti* (GOST R 56352—2015. Oil and Gas Industry. Production, Storage and Pumping of the Liquefied Natural Gas. General Safety Requirements). Moscow: Standartinform, 2015. 29 p.

16. ASME B31.3—2008. Process Piping. ASME Code for Pressure Piping, B31. Available at: <http://www.itok-co.com/uploads/images/standards/ASME%20B31.3%20-%202008.pdf> (accessed: October 20, 2017).

17. ASME B31.4—2016. Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries, B31. Available at: <http://files.asme.org/Catalog/Codes/Print-Book/35826.pdf> (accessed: October 20, 2017).

Вышел в свет Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 6 (93) за 2017 г.



В бюллетене представлена информация о работе Управления государственного энергетического надзора Ростехнадзора за 9 мес 2017 г., в том числе анализ аварийности и травматизма, обстоятельства и причины несчастных случаев и аварий, меры по их предотвращению. Опубликованы анализ аварий на энергоустановках, подконтрольных органам Ростехнадзора, за 9 мес 2017 г.; обобщенные данные об авариях, произошедших при эксплуатации электростанций, электротехнических потребителей, электрических сетей, тепловых установок и сетей, гидротехнических сооружений за 9 мес 2016 и 2017 гг., в разбивке по федеральным округам и субъектам Российской Федерации.

Подписаться на Информационный бюллетень на 2018 г. можно

- ♦ **в редакции** — по телефону (495) 620-47-53;
- ♦ **в почтовом отделении связи** по каталогу ОАО «Агентство «Роспечать» «Газеты. Журналы» (индекс 82684), объединенному каталогу «Пресса России» (индекс 42099);
- ♦ **через каталог периодических изданий «Газеты и журналы» ГК «Урал-Пресс»** (индекс 82684);
- ♦ **в интернет-магазине** www.shop.safety.ru.

Приобрести Информационный бюллетень за наличный или безналичный расчет можно по адресу:

105082, Москва, Переведенковский пер., д. 13, строение 14. Заявку и оплаченный счет необходимо отправить по тел/факсу (495) 620-47-53 (многоканальный) или e-mail: ornd@safety.ru.