

РУКОВОДСТВО ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗДОРОВЬЯ И ТРУДА ПРОИЗВОДСТВО, ТРАНСПОРТИРОВКА И РЕГАЗИФИКАЦИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

ВВЕДЕНИЕ

1. Руководства по охране окружающей среды, здоровья и труда (ОСЗТ) представляют собой технические справочники, содержащие примеры надлежащей международной отраслевой практики (НМОП) как общего характера, так и относящиеся к конкретным отраслям¹. Если в реализации проекта участвуют члены Группы Всемирного банка, Руководства применяются в соответствии со стандартами и политикой этих стран. Руководства по ОСЗТ для различных отраслей промышленности следует применять в сочетании с **Общим руководством по ОСЗТ** – документом, в котором пользователи могут найти указания по вопросам ОСЗТ, относящимся ко всем отраслям. При осуществлении комплексных проектов может возникнуть необходимость в использовании нескольких отраслевых руководств, касающихся различных отраслей промышленности. С полным перечнем отраслевых руководств для отраслей промышленности можно ознакомиться, пройдя по ссылке: www.ifc.org/ehsguidelines.

2. В настоящем Руководстве по ОСЗТ представлены производственные показатели и параметры, которые, как правило, считаются достижимыми на новых производственных объектах при современном уровне технологий и приемлемых затратах. Применение положений Руководства по ОСЗТ к уже существующим производственным объектам может потребовать разработки особых целевых показателей для каждого объекта и соответствующего графика их достижения.

3. Применение Руководства по ОСЗТ следует увязывать с факторами опасности и риска, определенными для каждого проекта по итогам экологической оценки с учетом таких характеристик условий осуществления данного проекта, как особенности страны его реализации, ассимилирующая способность окружающей среды и прочие проектные факторы. Порядок применения конкретных технических рекомендаций следует разрабатывать на основе экспертного мнения квалифицированных и опытных специалистов.

4. Если нормативные требования страны реализации проектов предусматривают показатели и параметры, отличные от содержащихся в Руководствах по ОСЗТ, то при реализации проектов надлежит руководствоваться наиболее жесткими требованиями. Если в силу особых условий

¹ Определяется как выполнение работы, характеризующееся высоким уровнем профессионализма, старательности, благоразумия и предусмотрительности, чего следует с достаточным на то основанием ожидать от квалифицированного и опытного специалиста, занятого аналогичным видом деятельности в таких же или сходных условиях в любом регионе мира. Обстоятельства, которые может выявить квалифицированный и опытный специалист при оценке применяемых в ходе реализации проекта способов предотвращения и контроля загрязнения окружающей среды могут включать, помимо прочего, различные уровни деградации и ассимилирующей способности окружающей среды, а также различные уровни финансовой и технической осуществимости.

реализации конкретного проекта целесообразно применение менее жестких требований, чем те, что представлены в настоящем Руководстве по ОСЗТ, то надлежит подготовить детальное и исчерпывающее обоснование любых предлагаемых альтернатив по конкретному объекту с полной экологической оценкой. Такое обоснование должно продемонстрировать, что выбранный уровень производственных показателей обеспечит должную охрану здоровья людей и окружающей среды.

ПРИМЕНЕНИЕ

5. Руководство по ОСЗТ «Производство, транспортировка и регазификация сжиженного природного газа (СПГ)» содержит информацию, касающуюся крупнотоннажных заводов по производству СПГ, его транспортировки (морским и наземным транспортом), хранения, регазификации (в том числе на плавучих регазификационных установках), терминалов, функционирующих в период пикового потребления, и установок для заправки СПГ. Дополнительные указания для береговых объектов СПГ, в том числе гаваней, причалов и береговых объектов в целом (например, терминалов, баз снабжения, погрузочных и разгрузочных терминалов), содержатся в **Руководстве по ОСЗТ «Порты, гавани и терминалы»**. Дополнительные указания по вопросам ОСЗТ, относящимся к судам и плавучим установкам для хранения СПГ, приводятся в **Руководстве по ОСЗТ «Судоходство»**. Вопросы ОСЗТ, связанные с наземной перевозкой СПГ, рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Вопросы производства и хранения СПГ или газоконденсата на заводах по сжижению газа в настоящем Руководстве не рассматриваются.

Настоящий документ состоит из следующих разделов:

1. Управление воздействиями отраслевой деятельности	2
1.1 Окружающая среда	3
1.2 Охрана труда и техника безопасности	13
1.3 Охрана здоровья и обеспечение безопасности населения	18
2. Мониторинг показателей ОСЗТ	19
2.1 Окружающая среда	19
2.2 Охрана труда и техника безопасности	21
3. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	23
Приложение А – Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли	25

1. УПРАВЛЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ ОТРАСЛЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6. В настоящем разделе приводится обзор проблем ОСЗТ, связанных с комплексами СПГ² наряду с рекомендациями по их решению. Эти проблемы могут относиться к любым видам деятельности, на которые распространяется действие настоящего Руководства. Дополнительные указания по решению вопросов ОСЗТ, характерных для крупнейших промышленных предприятий на стадии их строительства и вывода из эксплуатации, содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

² Основную часть природного газа составляет метан, но, кроме того, в него часто входят различные количества других высших парафиновых углеводородов и иногда малые включения диоксида углерода, азота, сероводорода или гелия.

1.1 Окружающая среда

7. В рамках комплексной программы оценки характерных для проекта рисков и управления возможным воздействием на окружающую среду необходимо учитывать нижеперечисленные вопросы, непосредственно связанные с работой комплексов СПГ:

- обращение с опасными материалами;
- сброс сточных вод;
- выбросы в атмосферу;
- контроль и утилизация отходов;
- генерация шума;
- вопросы, связанные с транспортировкой СПГ;
- вопросы, связанные с заправкой СПГ.

1.1.1 Обращение с опасными материалами

8. При хранении, перекачке и транспортировке СПГ могут случаться утечки или аварийные выбросы из резервуаров, трубопроводов, шлангов и насосов на наземных установках, судах-газовозах и автоцистернах. Кроме того, хранение и перекачка СПГ связаны с риском возникновения пожаров - а под давлением и риском взрыва – вследствие пожаро- и взрывоопасности отпарного газа (ОГ).

9. В дополнение к рекомендациям по обращению с опасными материалами и нефтью, изложенными в **Общем руководстве по ОСЗТ**, для управления этими рисками рекомендуется принимать следующие меры:

- Резервуары для хранения СПГ и их компоненты (например, трубопроводы, клапаны и насосы) должны соответствовать международно признанным стандартам структурной целостности и эксплуатационных характеристик с целью предотвращения катастрофических сбоев, а также пожаров и взрывов при эксплуатации в нормальном режиме и во время стихийных бедствий. К числу применимых международных стандартов относятся положения о вводе в эксплуатацию, предотвращении переполнения, вторичной защитной оболочке и обваловании, измерении и регулировании расхода газа, противопожарной защите (включая гасители пламени) и заземлении (для предотвращения образования электростатических зарядов)³.
- Следует периодически проводить инспекцию резервуаров и их компонентов (например, крыши и запорной арматуры) на предмет структурной целостности и наличия коррозии, а

³ См. U.S. Code of Federal Regulations (CFR) Title 49, Part 193: Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards (2006) and European Standard (EN) 1473: Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas—Design of Onshore Installations (2016), National Fire Protection Association (NFPA) 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (2016), NFPA 52 Vehicular Gaseous Fuel Systems Code (2013) and EN 13645: Installations and Equipment for Liquefied Natural Gas—Design of Onshore Installations with a Storage Capacity Between 5 metric tons and 200 metric tons (2002), и соответствующие стандарты ISO.

11 апреля 2017 г.

также обеспечить их регулярное техническое обслуживание и замену оборудования (например, труб, запорной арматуры, соединительных узлов и клапанов)⁴. При необходимости, для предотвращения или минимизации коррозии следует устанавливать систему катодной защиты.

- Во избежание аварийных выбросов СПГ и для исключения риска возникновения пожаров/взрывов работы по сливу-наливу (например, перекачку СПГ из газозовов на терминалы и наоборот) должны выполняться специально обученным персоналом с соблюдением предварительно утвержденного порядка действий. Указанный порядок действий должен охватывать все аспекты работ по доставке или погрузке от прибытия до отправления, подсоединению систем заземления, проверке правильности подсоединения и отсоединения шлангов, соблюдению работниками и посетителями правил курения и использования открытого огня⁵.

Аварийные разливы

10. СПГ представляет собой криогенную жидкость (точка кипения при атмосферном давлении составляет -162°C (-259°F)), которая не воспламеняется в жидком состоянии. Однако, при нагревании СПГ образуется отпарной газ (преимущественно, метан), и при определенных условиях в результате его утечки может образоваться облако из паров метана. Неконтролируемая утечка СПГ может, при наличии источника воспламенения, привести к струйному горению или пожару пролива, либо к образованию облака из паров метана, потенциально огнеопасному (вспышка облака газозвоздушной смеси), как в ограниченных, так и открытых условиях, при наличии источника воспламенения. Разлив СПГ непосредственно на теплую поверхность (например, на поверхность воды⁶) может привести к резкому переходу из одного агрегатного состояния в другое, известному под названием «быстрого фазового перехода» (БФП)⁷.

⁴ Существует несколько методов инспекции резервуаров. Визуальная инспекция позволяет обнаружить трещины и утечки в резервуарах. Радиографический или ультразвуковой методы можно использовать для измерения толщины стенок и уточнения местоположения трещин. Гидростатические испытания позволяют выявить утечки, вызванные давлением, а сочетание электроиндуктивной дефектоскопии с ультразвуковым анализом можно использовать для выявления коррозии.

⁵ К числу примеров надлежащей практики слива-налива СПГ относятся разработанные Обществом международных операторов газозовов и газовых терминалов (SIGTTO) «Принципы обращения со сжиженным газом на судах и терминалах», 3-е издание (1999 г.), и часть 127 раздела 33 свода федеральных нормативных актов США «Портовые объекты, осуществляющие работы по сливу, наливу и перекачке сжиженного природного газа и взрывоопасного сжиженного газа».

⁶ Под воздействием какого-либо источника тепла в окружающей среде, например, воды, СПГ интенсивно испаряется: из одного кубического метра жидкости образуется примерно 600 стандартных кубических метров природного газа.

⁷ При морских перевозках СПГ, потенциально серьезным фактором риска с точки зрения техники безопасности и экологии является «быстрый фазовый переход» (БФП), который может произойти при особо интенсивном аварийном проливе СПГ на поверхность воды. Перенос тепла от воды к пролитому СПГ приводит к моментальному переходу СПГ из жидкого состояния в газообразное. Высвобождение в процессе БФП большого количества энергии может вызвать физический взрыв, не сопровождающийся горением или химической реакцией. Потенциальная опасность быстрых фазовых переходов может быть высокой, но, как правило, опасная зона ограничена районом разлива.

11. В дополнение к рекомендациям по вопросам готовности к чрезвычайным ситуациям и аварийного реагирования, содержащимся в **Общем руководстве по ОСЗТ**, в целях предотвращения аварийных разливов СПГ и устранения их последствий рекомендуется, в частности, принимать следующие меры:

- провести оценку риска разлива для объектов и сопутствующих операций по транспортировке/перевозке на основании признанных на международном уровне моделей;
- разработать официальный план мероприятий по предотвращению и ликвидации аварийных разливов, учитывающий основные модели и масштабы разливов. План должен быть подкреплен наличием необходимых ресурсов и подготовленного персонала. Оснастить объекты системой ликвидации малых разливов, связанных с операционной деятельностью. Разработать процедуры и меры по мобилизации внешних ресурсов для ликвидации более крупных разливов и стратегию привлечения таких ресурсов, а также полный перечень с описанием характера, места размещения и порядка использования оборудования для ликвидации аварийных разливов, размещенного на объекте и за его пределами, и времени, необходимого для его развертывания;
- разработать план мероприятий по предотвращению и ликвидации аварийных разливов и согласовать его с профильными местными регулирующими органами;
- оснастить объекты системой раннего обнаружения утечек газа, предназначенной для выявления утечки и облегчения поиска источника выброса в целях быстрой активации системы аварийного отключения (CAO) ее оператором и, таким образом, сведения случаев выброса газа к минимуму;
- установить CAO, позволяющую запустить процедуру автоматического прекращения перекачки СПГ в случае его серьезной утечки;
- применительно к сливо-наливным операциям на газозаправочных станциях и терминалах, порядок предотвращения аварийных утечек при погрузке и разгрузке необходимо разрабатывать в соответствии с международно признанными стандартами и руководствами, непосредственно касающимися вопросов предварительных коммуникаций и планирования с приемным терминалом⁸;
- принять меры к тому, чтобы конструкция наземных резервуаров хранения СПГ предусматривала наличие надлежащей вторичной защиты (например, сварная внутренняя оболочка резервуара из стали с высоким содержанием никеля, а внешняя – из железобетона; однокорпусный резервуар с внешним обвалованием, рассчитанным на полный объем резервуара) для удерживания внезапного сброса;
- предприятиям следует производить грейдеровку, дренирование либо обвалование площадок для испарения, переработки или перевалки СПГ, обеспечивая возможность

⁸ См. U.S. CFR Title 49, Part 193: Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards (2006), EN 1473: Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas—Design of Onshore Installations (2016), and NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (2016).

удержания максимального совокупного количества СПГ или иной горючей жидкости, которое может быть сброшено из одного перепускного трубопровода за 10 минут⁹;

- материалы для труб и оборудования, которые могут подвергаться воздействию сверхнизких температур, следует подбирать исходя из международных стандартов проектирования¹⁰;
- в случае выброса газа следует обеспечить возможность его безопасного рассеивания, для чего обеспечить максимально эффективную вентиляцию участка, где произошел выброс, и свести к минимуму возможность накопления газа в закрытых или частично закрытых помещениях. В случае выброса СПГ ему следует дать испариться, по возможности, понижая интенсивность испарения, например, за счет его покрытия расширяющейся пеной;
- проектировать дренажную систему на объекте таким образом, чтобы обеспечить сбор аварийных выбросов опасных веществ, что позволит уменьшить риск пожара, взрыва или выброса в окружающую среду. Конструкцию дренажной системы для сбора продуктов разливов СПГ (состоящей из желобов и отстойников) следует оптимизировать с целью понижения интенсивности испарения и ограничения общей площади рассеивания паров¹¹.

1.1.2 Сброс сточных вод

12. **Общее руководство по ОСЗТ** содержит информацию по управлению сточными водами, по рациональному использованию воды, включая повторное использование, а также по программам контроля качества воды и стоков. Приведенные ниже указания относятся к дополнительным потокам сточных вод, характерным для работ по производству, транспортировке и регазификации СПГ.

Вода для охлаждения и холодная вода

13. Использование воды для технологического охлаждения на заводах по сжижению природного газа и для нагрева с целью повторного испарения газа на приемных терминалах СПГ может привести к потреблению и сбросу значительных объемов воды. В целях ограничения потребления и сброса воды для охлаждения рекомендуется осуществление следующих мер:

- рассмотрение возможности экономии воды, потребляемой системами охлаждения объектов СПГ (например, установки теплообменников с воздушным, а не с водяным охлаждением, возможности объединения систем сброса холодной воды с аналогичными системами других близлежащих промышленных предприятий или электростанций). Выбор системы должен обеспечить экологические выгоды с безопасностью ее эксплуатации¹².

⁹ В стандарте EN 1473 рекомендуется рассматривать возможность применения обвалования исходя из оценки рисков.

¹⁰ NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (2016) and NFPA 52 Vehicular Gaseous Fuel Systems Code (2013).

¹¹ Например, путем перенаправления пролитого СПГ в удаленный пруд-отстойник.

¹² Например, в условиях ограниченного пространства (например, на морских объектах), ключевым фактором при выборе решения является риск взрыва. Рекомендуется искать сбалансированное решение, исходя из ПЦНУ рисков в области ОСЗТ.

Дополнительные указания по вопросам экономии воды содержатся **Общем руководстве по ОСЗТ**;

- сброс охлаждающей или холодной воды в поверхностные воды на участке, где будет происходить максимальное перемешивание тепловой струи сбрасываемых вод, таким образом, чтобы температура на границе установленной зоны смешивания не превышала температуру окружающей среды более чем на 3°C, как указано в **Общем руководстве по ОСЗТ** и таблице 1 раздела 2.1 настоящего Руководства;
- при необходимости использования биоцидов и/или химикатов – тщательный выбор химических добавок с учетом концентрации дозирования, токсичности, биодegradации, биодоступности и потенциала биоаккумуляции. Остаточное воздействие при сбросе следует учитывать на основе оценки риска.

Прочие виды сточных вод

14. Прочие сточные воды, обычно образующиеся в процессе производства, транспортировки и регазификации СПГ, включают дренажные и ливневые воды (из технологических и прочих зон), канализационные стоки, донный отстой резервуаров (например, образовавшийся вследствие конденсации в резервуарах СПГ), пожарную воду, воду для промывки оборудования и мытья автомобилей, технические воды, загрязненные нефтью и другие сточные воды (например, вода гидростатических испытаний). Ниже перечислены меры, рекомендуемые для предотвращения загрязнения и очистки таких сточных вод.

- *Канализация:* бытовые и фекальные сточные воды из душевых, туалетов и кухонь следует очищать, как описано в **Общем руководстве по ОСЗТ**.
- *Дренажные и ливневые стоки:* необходимо по возможности предусмотреть отдельные дренажные системы для отвода стоков с производственных участков, которые могут быть загрязнены углеводородами (закрытый дренаж), и для стоков с непромышленных участков (открытый дренаж), совместимые с системами ликвидации утечек СПГ, описанными в разделе «Обращение с опасными материалами». Все производственные участки должны быть обвалованы, чтобы обеспечить сток дренажных вод в закрытую дренажную систему и исключить неконтролируемый поверхностный загрязненный сток. Дренажные резервуары и отстойники должны проектироваться с вместимостью, достаточной для планируемых производственных условий, и обеспечиваться системами, предотвращающие их переполнение. Необходимо использовать поддоны и другие устройства для сбора стоков от оборудования, не имеющего обвалования, и направлять их в закрытую дренажную систему. Каналы для ливневых стоков и пруды-отстойники, установленные в рамках открытой дренажной системы, должны быть снабжены водно-масляными сепараторами. Сепараторы могут быть с отделительными перегородками или с коалесцентными пластинами, и их необходимо регулярно обслуживать. Ливневые стоки, загрязненные углеводородами, должны очищаться с использованием системы разделения нефти и воды, которая обеспечивает концентрацию нефти ниже 10 мг/л, как указано в таблице 1 раздела 2.1 настоящего Руководства. Дополнительные указания по управлению ливневыми стоками приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

11 апреля 2017 г.

- *Пожарная вода:* при пробных пусках пожарную воду следует собирать и отводить в дренажную систему объекта, а если она загрязнена углеводородами – в пруд-накопитель и систему очистки сточных вод.
- *Промывочная вода:* воду, использованную для мытья оборудования и транспортных средств, следует направлять в закрытую дренажную систему или в установленную на объекте систему очистки промывочной воды.
- *Техническая вода, загрязненная нефтью:* загрязненную нефтью воду из поддонов и жидкий шлам из технологического оборудования и трубопроводов следует направлять в закрытую дренажную систему.
- *Вода для гидростатических испытаний:* гидростатические испытания оборудования СПГ (например, резервуаров хранения, систем трубопроводов, соединений на перекачивающих газопроводах и иного оборудования) включают испытания под давлением с помощью воды на этапах строительства или ввода в эксплуатацию для проверки целостности системы и выявления возможной утечек. Для предотвращения внутренней коррозии к воде могут добавляться химические добавки. Низкотемпературные трубопроводы и компоненты могут подвергаться пневматической опрессовке с помощью сухого воздуха или азота. При организации использования воды гидростатических испытаний следует рассмотреть следующие меры по предотвращению и контролю загрязнения:
 - снижение потребности в химикатах за счет сведения к минимуму времени нахождения воды для испытаний в оборудовании;
 - тщательный выбор химических добавок с учетом концентрации, токсичности, биодegradации, биодоступности и потенциала биоаккумуляции;
 - использование одной и той же воды для многократных гидростатических испытаний.

15. Если сброс воды гидростатических испытаний в поверхностные воды или на грунт является единственно возможным вариантом утилизации, следует подготовить соответствующий план, в котором учитываются точки сброса, скорости сброса, использование и диспергирование химических добавок (при их применении), риск для окружающей среды и необходимый мониторинг. Перед применением и сбросом следует проверять качество воды гидростатических испытаний и осуществлять ее очистку в целях обеспечения соответствия нормативам сброса, приведенным в таблице 1 раздела 2.1 настоящего Руководства¹³. Дополнительные указания по организации использования воды для гидростатических испытаний трубопроводов содержатся в двух **Руководствах по ОСЗТ: «Разработка нефтегазовых месторождений на суше» и «Разработка морских нефтегазовых месторождений».**

¹³ Сброс стоков в поверхностные воды не должен оказывать существенного воздействия на здоровье людей и уязвимые биотопы. Может потребоваться разработка плана утилизации стоков с учетом точек сброса, скорости сброса, использования и диспергирования химических составляющих и риска для окружающей среды. При проектировании точки сброса стоков следует располагать на удалении от экологически уязвимых зон, обращая особое внимание на районы с высоким уровнем грунтовых вод, уязвимые водоносные пласты и водно-болотные угодья, а также водоприемники общего пользования, в том числе водяные скважины, водозаборы и земли сельскохозяйственного назначения.

1.1.3 Выбросы в атмосферу

16. Выбросы в атмосферу (постоянные или эпизодические) на объектах СПГ включают выбросы при производстве электроэнергии и тепла (например, из котлов или в процессе осушки и сжижения природного газа на заводах СПГ и в процессе регазификации на приемных терминалах), а также при использовании поршневых и других двигателей, приводящих в работу крупное оборудование, например компрессоры и насосы. Выбросы, связанные с факельным сжиганием и выпуском в атмосферу, а также фугитивные выбросы могут быть результатом деятельности, осуществляемой как на заводах по сжижению СПГ, так и на регазификационных терминалах. К основным атмосферным загрязнителям из этих источников обычно относятся оксиды азота (NO_x), монооксид углерода (CO), диоксид углерода (CO₂), а в случае кислых газов – диоксид серы (SO₂).

17. Для оценки воздействия заводов СПГ с крупными источниками горения (включая плавучие установки для хранения и регазификации СПГ, пришвартованные на долгий срок) на качество воздуха следует использовать базовые показатели качества воздуха и модели рассеивания выбросов в атмосфере, которые позволяют определить потенциальные показатели концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы при проектировании и планировании эксплуатации этих объектов, как описано в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Эти исследования должны обеспечить отсутствие или сведение к минимуму негативного воздействия на здоровье людей и на окружающую среду.

18. Необходимо принять технически осуществимые и экономически эффективные меры для оптимизации энергоэффективности и проектирования сооружений с меньшим потреблением энергии, чтобы обеспечить достижение общей цели сокращения выбросов в атмосферу. Дополнительные указания по повышению энергоэффективности приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

19. Суммарные выбросы парниковых газов (ПГ) от всех сооружений подлежат ежегодной количественной оценке в соответствии с международно признанной методикой.

Отходящие газы

20. Выброс в атмосферу отходящих газов, происходящий при сгорании природного газа или жидкого топлива в турбинах, котлах и других двигателях для производства электроэнергии и тепла, может быть самым существенным источником выбросов в атмосферу с объектов СПГ. При подборе и закупках оборудования следует учитывать его спецификацию по атмосферным выбросам.

21. Указания по ограничению выбросов от малых источников горения мощностью не более 50 мегаватт тепловой энергии (МВт т.э.), включая нормативы по выбросам в атмосферу отходящих газов, приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Указания по выбросам в атмосферу от источников горения мощностью более 50 МВт т.э. содержатся в **Руководстве по ОСЗТ «Тепловые электростанции»**. Плавучие установки для хранения и регазификации СПГ, стационарно крепящиеся к платформе или пришвартованные в порту на долгий срок, должны соответствовать нормативам выбросов в атмосферу, действующим для стационарных источников выбросов.

22. Следует оценить целесообразность выбора для установки на регазификационных терминалах испарителей горения погружного типа (ИГПТ), панельных испарителей открытого типа (ПИОТ)¹⁴, кожухотрубных испарителей и атмосферных испарителей, принимая во внимание исходное состояние окружающей среды и уязвимые рецепторы. Если поблизости имеется иной источник тепловой энергии (например, нефтеперерабатывающий завод), можно рассмотреть возможность монтажа испарителей с утилизацией отходящего тепла либо кожухотрубных испарителей.

Выпуск в атмосферу и факельное сжигание

23. Факельное сжигание и выпуск газа в атмосферу являются важной мерой безопасности, используемой на объектах СПГ для обеспечения безопасного сброса газа в аварийных ситуациях, при отключении питания и отказе оборудования, или возникновении других нештатных условий на установке. Факельное сжигание и выпуск газа следует применять только при аварийных ситуациях или возникновении других нештатных условий на установке. Постоянный выпуск или факельное сжигание отпарного газа при эксплуатации установок СПГ в обычном режиме не считаются надлежащей отраслевой практикой, и их следует избегать. Указания по надлежащей практике факельного сжигания и выпуску газа в атмосферу содержатся в **Руководстве по ОСЗТ «Разработка нефтегазовых месторождений на суше»**.

Отпарной газ

24. После сжижения природного газа во время хранения СПГ наблюдаются выбросы небольших объемов паров метана, известных как «отпарной газ» (ОГ), что связано с теплопритоком от окружающей среды и насосов резервуаров, а также с изменениями атмосферного давления. ОГ следует собирать с помощью соответствующей системы рекуперации паров (например, компрессорной системы). На заводах СПГ (за исключением операций налива газозовозов) пары следует возвращать в установки сжижения либо использовать на заводе как топливо; на борту танкеров-газовозов ОГ следует повторно сжигать и возвращать в резервуары либо использовать как топливо; на регазификационных заводах (приемных терминалах) собранные пары следует возвращать в установки регазификации с последующим использованием на заводе в качестве топлива, либо сжатием и отправкой потребителям или в газопровод, либо факельным сжиганием.

Фугитивные выбросы

25. Фугитивные выбросы в атмосферу на объектах СПГ могут быть связаны с холодным вентилированием, утечками из труб, клапанов, муфт, фланцев, сальников, разомкнутых линий, уплотнений насосов, уплотнений компрессоров, предохранительных клапанов и резервуаров, а также с операциями погрузки и разгрузки в целом. В процессе проектирования, эксплуатации и технического обслуживания морских нефтегазовых сооружений следует предусматривать и внедрять методы контроля и сокращения фугитивных выбросов. При выборе подходящих клапанов, фланцев, арматуры, уплотнений и сальников необходимо учитывать требования безопасности и соответствия наряду с их способностью сокращать утечки газа и предупреждать фугитивные

¹⁴ Если для регазификации СПГ используются панельные испарители открытого типа (ПИОТ), то при функционировании регазификационного терминала в обычном режиме выбросов в атмосферу не ожидается, за исключением фугитивных выбросов газа с высоким содержанием метана.

выбросы в атмосферу¹⁵. Кроме того, необходимо осуществлять программы выявления и устранения утечек.

26. Дополнительные рекомендации по предотвращению и контролю фугитивных выбросов от резервуаров для хранения СПГ приведены в **Руководстве по ОСЗТ «Терминалы по перевалке сырой нефти и нефтепродуктов»**.

1.1.4 Контроль и утилизация отходов

27. Неопасные и опасные отходы, обычно образующиеся на объектах СПГ, включают, среди прочего, общие офисные отходы и упаковочные материалы, отработанные масла, загрязненные маслом тряпки, гидравлические жидкости, использованные аккумуляторные батареи, пустые банки из-под краски, использованные химикаты и пустые емкости из-под химикатов, отработанные средства обессеривания и осушки (например, молекулярные сита) и загрязненные нефтью шламы с сепаратора масла и воды, отработанные амины из установок по очистке газа от кислых компонентов (при их наличии), металлолом и гигиенические отходы.

28. Отходы следует разделять на неопасные и опасные и изучать возможности вторичного применения или переработки до их утилизации. Следует разработать план управления отходами, описывающий механизм их отслеживания от места образования до места окончательной утилизации. Хранение, перегрузку и утилизацию опасных и неопасных отходов следует осуществлять в соответствии с надлежащей практикой ОСЗТ в части удаления и обезвреживания отходов, описанной в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.1.5 Шум

29. Основными источниками шума на объектах СПГ являются насосы, компрессоры, генераторы и двигатели, нагнетательные и всасывающие линии компрессоров, трубопроводы системы рециркуляции, блоки осушки воздуха, нагреватели, газовые холодильники на установках сжижения газа, испарители, применяемые при регазификации, и, в целом, работы по сливу и наливу танкеров и газозовозов. Максимально допустимые уровни и рекомендации общего характера по предупреждению и контролю шума приводятся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.1.6 Транспортировка СПГ

30. Экологические проблемы, обычно возникающие в связи с эксплуатацией судов и судоходством (например, проблемы обращения с опасными материалами, утилизации сточных вод и иных стоков, выбросов в атмосферу, а также образования и утилизации твердых отходов в связи с эксплуатацией газозовозов и танкеров для перевозки СПГ), а также рекомендации по мерам управления рассматриваются в **Руководстве по ОСЗТ «Судоходство»**. Буксиры и суда для перевозки СПГ

¹⁵ См. U.S. CFR Title 49, Part 193: Liquefied Natural Gas Facilities: Federal Safety Standards (2006), European Standard (EN) 1473: Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas—Design of Onshore Installations (2016), and NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (2016).

могут быть существенными источниками выбросов в атмосферу, которые влияют на качество воздуха, особенно если отгрузочная эстакада расположена в непосредственной близости от берега.

31. При проектировании, постройке и эксплуатации судов для перевозки СПГ следует придерживаться международных стандартов и кодексов¹⁶, касающихся в том числе, требований к корпусу (например, наличие двойного корпуса с межкорпусным пространством), изоляции груза, регулирования температуры и давления, балластных цистерн, систем аварийной защиты, противопожарной защиты и подготовки экипажа¹⁷. Конкретные рекомендации по смягчению последствий быстрого фазового перехода (физического взрыва, вызванного быстрым испарением СПГ при контакте с водой, не сопровождающегося горением или пламенем) заключаются в следующем:

- обеспечить максимальное номинальное давление в грузовых цистернах для перевозки СПГ;
- система сброса давления в грузовых цистернах для перевозки СПГ должна срабатывать максимально быстро, чтобы обеспечить сброс большого объема паров, который может сформироваться в случае БФП.

32. СПГ может поставляться конечным пользователям и на станции заправки СПГ автоцистернами или автомобильными прицепами. Потенциальные риски, связанные с наземной перевозкой СПГ, включают автомобильные аварии, накопление ПГ и утечки из цистерн. Накопление ПГ при наземной перевозке в цистернах является критическим фактором, который необходимо надлежащим образом учитывать. Автоцистерны или прицепы для перевозки СПГ должны иметь двухстеночную конструкцию и комбинированную вакуумную изоляционную систему, не допускающей нагрева криогенной жидкости при транспортировке. Дополнительные указания по перевозке опасных материалов приведены в разделе 3.5 **Общего руководства по ОСЗТ**.

1.1.7 Заправка СПГ

33. Проектирование, выбор места размещения, строительство, монтаж, процедуры локализации разливов, эксплуатация контейнеров, сосудов под давлением, насосов, испарительного оборудования, зданий, сооружений и сопутствующего оборудования, используемого для хранения и распределения СПГ в качестве моторного топлива для транспортных средств всех типов, должны соответствовать международно признанным стандартам¹⁸.

¹⁶ Одним из примеров международных стандартов и кодексов служит, в частности, разработанный Международной морской организацией Международный кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (известный также как Международный кодекс по газовозам, или МКГ). Дополнительные рекомендации содержатся в стандартах, правилах, принципах и указаниях, опубликованных Обществом международных операторов газовозов и газовых терминалов (SIGTTO) и доступных на веб-сайте www.sigtto.org.

¹⁷ Международными нормами (Правило 26 Приложения I к Конвенции МАРПОЛ 73/78) предписывается иметь на судах для перевозки СПГ «Бортовой план действий в чрезвычайной обстановке». Планы действий в чрезвычайных ситуациях для объектов СПГ должны касаться и операций слива-налива, а также, в соответствии с рекомендациями ИМО, предусматривать порядок связи и координации действий между судами и береговыми объектами.

¹⁸ Например, NFPA 52 Vehicular Gaseous Fuel Systems Code (2013) and EN 13645: Installations and Equipment for LNG—Design of Onshore Installations with a Storage Capacity Between 5 metric tons and 200 metric tons (2002).

34. Дополнительные указания по управлению вопросами ОСЗТ, связанными с деятельностью розничных сетей заправочных станций (например, проблемы обращения с опасными материалами, утилизации сточных вод и иных стоков, выбросов в атмосферу, а также образования и утилизации твердых отходов), содержатся **Руководстве по ОСЗТ «Розничные сети сбыта нефтепродуктов»**.

1.2 Охрана труда и техника безопасности

35. Вопросы охраны труда и техники безопасности должны рассматриваться в рамках комплексной оценки опасностей или рисков, включая, например, исследование в целях выявления опасных факторов [HAZID], анализ эксплуатационной безопасности и работоспособности [HAZOP] или другие исследования по оценке рисков. Эти результаты следует использовать для планирования мероприятий в области безопасности и охраны труда, при проектировании сооружений и разработке правил техники безопасности, а также для подготовки и распространения практики безопасного производства работ.

36. Сооружения должны быть спроектированы так, чтобы исключить или снизить риск травм или несчастных случаев, и должны учитывать преобладающие условия окружающей среды на объекте, включая вероятность опасных природных явлений, таких, как землетрясения и ураганы.

37. Планирование мероприятий в области безопасности и охраны труда должно продемонстрировать наличие системного и конструктивного подхода к обеспечению безопасности и охраны труда, а также наличие средств контроля для снижения рисков до практически целесообразного низкого уровня, подготовки персонала и поддержание оборудования в безопасном состоянии. Рекомендуется создать на объекте комитет по охране труда и технике безопасности.

38. На объектах должна быть разработана официальная система допусков к работам. Система допусков обеспечивает безопасное проведение всех потенциально опасных работ после получения специального разрешения, эффективное разъяснение характера работ, включая связанные с ними опасные факторы, и выполнение процедур безопасной изоляции до начала работ. Необходимо разработать и внедрить процедуру блокировки и опломбирования оборудования для обеспечения отключения всего оборудования от источников питания перед выполнением технического обслуживания или перед демонтажем.

39. Объекты должны быть обеспечены, как минимум, достаточным количеством специалистов для оказания первой помощи (персонал предгоспитальной помощи на производстве) и средствами для предоставления краткосрочной медицинской помощи в дистанционном формате. В зависимости от численности сотрудников и сложности объекта, на объекте можно также предусмотреть медицинский кабинет с медицинским работником. В особых случаях альтернативой могут быть средства телемедицины.

40. Общие положения по проектированию и эксплуатации сооружений, предусматривающие управление основными рисками в области охраны труда и техники безопасности, приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Кроме того, приведены общие указания относительно строительства и вывода из эксплуатации, а также рекомендации, касающиеся обучения работников вопросам охраны труда и техники безопасности, средств индивидуальной защиты (СИЗ) и контроля

опасных физических, химических, биологических и радиологических факторов, общих для всех отраслей.

41. К числу вопросов охраны труда и техники безопасности, непосредственно связанных с эксплуатацией объектов СПГ, относятся:

- пожары и взрывы;
- ролlover;
- контакт с холодной поверхностью;
- химические факторы риска;
- замкнутые пространства.

42. Вопросы охраны труда и техники безопасности, относящиеся к перевозке СПГ на судах, и соответствующие рекомендации рассматриваются в **Руководстве по ОСЗТ «Судоходство»**¹⁹.

1.2.1 Пожары и взрывы

43. К факторам пожаро- и взрывоопасности на объектах СПГ относятся наличие легковоспламеняющихся газов и жидкостей, кислорода, а также источников возгорания во время перевалки СПГ, и/или утечек и разливов легковоспламеняющихся веществ. К потенциальным источникам возгорания относятся искры, возникающие при скоплении электростатических зарядов²⁰, молниевые разряды и открытое пламя. Аварийная утечка СПГ может привести к образованию слоя испаряющейся жидкости, следствием чего может стать возгорание этой жидкости либо распространение облака природного газа в результате ее испарения.

44. В дополнение к рекомендациям по утилизации опасных материалов и нефти, а также по вопросам готовности к чрезвычайным ситуациям и аварийного реагирования, приведенным в **Общем руководстве по ОСЗТ**, на объектах СПГ необходимо применять следующие особые меры:

- проектировать, строить и эксплуатировать объекты СПГ в соответствии с международно признанными стандартами и методами²¹ предупреждения и контроля пожаро- и

¹⁹ При постройке и оснащении судов, перевозящих сжиженные газы наливом, и газозовов необходимо соблюдать требования Международного кодекса по газозовам (МКГ), разработанного Международной морской организацией (ИМО). Дополнительные рекомендации содержатся в стандартах, правилах, принципах и указаниях, опубликованных Обществом международных операторов газозовов и газовых терминалов (SIGTTO).

²⁰ Электростатические заряды могут возникать вследствие контакта перемещающихся жидкостей с другими материалами, в том числе с трубопроводами и топливными резервуарами во время слива и налива горючего. Кроме того, электростатические заряды могут накапливаться в водных аэрозолях и парах, образующихся при промывке резервуаров и оборудования, особенно в присутствии химических моющих средств.

²¹ Примерами надлежащей практики служат стандарты U.S. NFPA Code 59A: Standard for the Production, Storage, and handling of Liquefied Natural Gas (LNG) (2016) and EN 1473 (2016). Дополнительные инструкции по сведению к минимуму воздействия электростатических зарядов и молний приведены в публикации American Petroleum Institute Recommended Practice: Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents (2003).

11 апреля 2017 г.

взрывоопасности, в том числе положениями о безопасном расстоянии между резервуарами на объекте, и между объектом и соседними зданиями²²;

- внедрить правила безопасности при наливке СПГ для транспортировки (например, в железнодорожные и автомобильные цистерны, резервуары судов-газовозов²³) и сливе доставленного СПГ, включая использование отказоустойчивых контрольных вентилей и системы аварийного отключения (CAO);
- разработать официальный план действий в пожароопасных ситуациях с обеспечением необходимыми ресурсами, и организацией обучения персонала пользованию оборудованием пожаротушения и методам эвакуации, а также расширенное обучение пожарной безопасности для членов специальной пожарной команды. В число предусматриваемых мер может входить координация действий с местными властями или соседними объектами. Дополнительные указания по вопросам готовности к чрезвычайным ситуациям и аварийного реагирования содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**;
- избегать потенциальных источников возгорания, обеспечивая:
 - надежное заземление с целью предотвращения скопления электростатических зарядов и опасности молниевых разрядов (включая установленный порядок использования и обслуживания контактов заземления)²⁴;
 - использование конструктивно безопасных электрических установок и искробезопасных инструментов²⁵;
 - введение системы разрешений и формальных процедур для проведения любых огневых во время проведения работ по техническому обслуживанию²⁶, включая надлежащую промывку и продувку резервуаров;
 - применение на этапе проектирования зонирования размещения электрооборудования по степени опасности.
- обеспечить объекты надлежащим оборудованием и средствами обнаружения возгорания и пожаротушения, отвечающим международно признанным техническим требованиям для типа и количества легковоспламеняющихся и горючих материалов на объекте. Примерами средств пожаротушения могут служить передвижное / переносное оборудование, такое, как огнетушители и специальные транспортные средства. К стационарным установкам пожаротушения могут относиться установки пенного пожаротушения и насосы высокой производительности. Необходимо предусмотреть системы как автоматической, так и

²² Если обеспечить надлежащее расстояние между участками невозможно, следует рассмотреть возможность применения других мер снижения рисков, например возведения взрывозащитных стен для отделения производственных участков объекта от других его участков и/или повышения прочности зданий.

²³ См. Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals—3rd edition (2000), Society of International Gas Tanker and Terminal Operators Ltd (SIGGTO) and U.S. CFR Title 33, Part 127: Waterfront Facilities Handling Liquefied Natural Gas and Liquefied Hazardous Gas, and NFPA 59A Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas.

²⁴ Например, см. Chapter 20, ISGOTT (2006).

²⁵ Например, см. Chapter 19, ISGOTT (2006).

²⁶ Контроль источников возгорания особенно важен в местах возможного образования легковоспламеняющихся паровоздушных смесей – например, в паровом пространстве резервуаров, в паровом пространстве железнодорожных или автомобильных цистерн во время сливо-наливных операций, вблизи систем утилизации или рекуперации паров, вблизи предохранительных клапанов изотермических резервуаров, вблизи утечек или разливов.

ручной пожарной сигнализации. Устанавливаемые системы активной противопожарной защиты следует располагать так, чтобы обеспечить незамедлительное принятие эффективных ответных мер. Использование галоновых систем пожаротушения считается в данной отрасли неприемлемой практикой, которую следует избегать. К стационарным установкам пожаротушения могут также относиться пенные огнетушители, присоединенные к резервуарам, и системы пожаротушения с автоматическим или ручным управлением на участках слива-налива. Вода непригодна для тушения пожаров СПГ, так как она усиливает испарение СПГ²⁷;

- размещать все противопожарные установки на безопасных участках объекта, защищенных от пожара расстоянием или противопожарными стенками;
- не допускать возникновения взрывоопасной атмосферы в ограниченном пространстве путем создания инертной среды;
- обеспечить защиту жилых помещений путем размещения их на безопасном расстоянии или путем установки противопожарных стен. Воздухозаборники вентиляционной системы должны не допускать попадания дыма в жилые помещения;
- ввести безопасный порядок погрузки и разгрузки продуктов с транспортных систем (например, танкеров, железнодорожных и автомобильных цистерн и резервуаров²⁸), включая использование отказоустойчивых предохранительных клапанов и оборудования / систем аварийного отключения²⁹;
- организовать обучение противопожарной безопасности и реагированию на аварийные ситуации в рамках прохождения персоналом инструктажа и подготовки по вопросам охраны труда и техники безопасности, включая обучение пользованию оборудованием пожаротушения и методам эвакуации с организацией расширенного курса обучения пожаротушению для специальной пожарной команды.

1.2.2 Ролловер

45. Хранение больших объемов СПГ в резервуарах может вызвать явление известное как «ролловер». Ролловер возможен, когда СПГ в резервуаре хранения разделяется на несколько слоев разной плотности (стратификация). Неадекватное смешивание этих слоев может привести к быстрому выбросу паров СПГ и быстрому повышению давления, что, при отсутствии функциональных предохранительных клапанов, может стать причиной нарушения целостности конструкции. Ролловер происходит в результате: разделения СПГ на слои при загрузке в резервуар СПГ разной плотности; разделения СПГ на слои при содержании в СПГ азота в пропорции, которая может привести к выпариванию азота и снижению плотности оставшейся жидкой фазы. Для

²⁷ К числу примеров надлежащей практики относятся Стандарт 59А Национальной ассоциации противопожарной защиты США (NFPA) или иные аналогичные стандарты.

²⁸ Одним из примеров надлежащей отраслевой практики по погрузке и разгрузке танкеров является ISGOTT.

²⁹ К числу примеров надлежащей практики относятся Стандарт 59А Национальной ассоциации противопожарной защиты США (NFPA) или иные аналогичные стандарты.

предотвращения ролловера или смягчения его последствий рекомендуется, в частности, принимать следующие меры³⁰:

- мониторинг стратификации СПГ путем измерения, давления, плотности и температуры по всей высоте столба жидкости в резервуаре хранения;
- предотвращение стратификации путем установки системы рециркуляции СПГ внутри резервуара и (или) установки нескольких портов загрузки на разных уровнях резервуара для обеспечения равномерного распределения СПГ разной плотности внутри резервуара;
- установка предохранительных клапанов давления с учетом условий ролловера для предотвращения повреждения резервуара.

1.2.3 Контакт с холодной поверхностью

46. Во время хранения и перевалки СПГ может произойти непосредственный контакт работников со сверхнизкотемпературным продуктом. Оборудование, которое представляет риск для здоровья и безопасности персонала из-за низкой температуры, необходимо своевременно выявлять и снабжать соответствующей защитой (изоляция) для уменьшения случайного контакта. Следует организовывать обучение и инструктаж по перевалке и распределению СПГ (например, на станциях заправки СПГ) относительно опасностей контакта с холодными поверхностями (например, холодные ожоги). Обеспечить персонал средствами индивидуальной защиты (СИЗ) (например, перчатками, изолирующей одеждой).

1.2.4 Химические факторы риска

47. Конструкция объектов СПГ должна ограничивать воздействие химических веществ, топлива и продуктов, содержащих опасные вещества, на персонал. Для каждого используемого химического вещества необходимо иметь паспорт безопасности, который должен находиться на объекте в доступном месте. Общий иерархический подход к предупреждению воздействия химических опасных факторов приведен в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

48. Сооружения должны быть оборудованы надежной системой обнаружения газа, позволяющей изолировать источник выброса и ограничить количество выбрасываемого газа. Для снижения давления в системе и, соответственно, уменьшения расхода воздуха на выходе следует задействовать средства сброса давления. Кроме того, следует руководствоваться показаниями устройств обнаружения газа при выдаче разрешений на вход и работу в замкнутых пространствах.

49. На заводах по сжижению газа, где ведутся работы по его подготовке, существует возможность выброса сероводорода (H₂S). Везде, где может скапливаться сероводород (H₂S), необходимо предусмотреть применение перечисленных ниже мер:

³⁰ См. Rollover in LNG Storage Tanks 2nd Edition: 2015: Summary Report by the GIIGNL Technical Study Group on the Behaviour of LNG in Storage”, http://www.giignl.org/sites/default/files/PUBLIC_AREA/Publications/rollover_in_lng_storage_tanks_public_document_lo w-res.pdf

- разработка плана действий в аварийной ситуации в случае выброса H_2S , включая все необходимые аспекты – от эвакуации до возобновления нормальной работы;
- установка мониторов, запрограммированных на активацию аварийного сигнала в случаях, когда определяемая концентрация H_2S превышает 7 миллиграммов на кубический метр (mg/m^3)³¹. Число и расположение устройств мониторинга необходимо определять на основе оценки производственных участков, находящихся в сфере потенциального воздействия H_2S , имеющего последствия для здоровья и безопасности персонала;
- обеспечение работников, находящихся в местах с высоким риском воздействия, индивидуальными датчиками обнаружения H_2S , а также автономными дыхательными аппаратами и аварийным запасом кислорода, расположенным в удобных местах, что позволит работникам безопасным образом прекратить работы и перейти во временное убежище или безопасный район;
- оборудование зданий с людьми надлежащей вентиляцией и системами обеспечения безопасности (например, воздушными шлюзами, устройством отключения вентиляции в случае обнаружения газа) во избежание скопления сероводорода;
- обучение персонала пользованию средствами защиты и принятию необходимых мер в случае утечки.

1.2.5 Замкнутые пространства

50. Как и в любой иной отрасли промышленности, факторы риска, связанные с работой в замкнутом пространстве, могут приводить к гибели работников. Характер работы в замкнутом пространстве и вероятность несчастных случаев могут меняться в зависимости от конструкции объектов СПГ, имеющегося на объекте оборудования и инфраструктуры. К числу объектов с замкнутым пространством могут относиться резервуары хранения, сооружения для локализации разливов и объекты инфраструктуры утилизации ливневых или сточных вод. На предприятиях следует разработать и соблюдать порядок работы в замкнутом пространстве, описанный в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

1.3 Охрана здоровья и обеспечение безопасности населения

51. Воздействие на здоровье и безопасность местного населения в период строительства и вывода из эксплуатации объектов СПГ аналогично воздействию большинства других промышленных объектов и рассматривается в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

52. Воздействие на здоровье и безопасность местного населения в период эксплуатации объектов производства или перевозки СПГ связано с риском аварийных утечек природного газа в жидкой либо газообразной форме. Горючий газ или тепловое излучение, и избыточное давление могут оказать воздействие на населенные пункты за пределами территории объекта, однако вероятность крупномасштабных аварий, непосредственно связанных с хранением СПГ, на правильно

³¹ Предписанный ACGIH ПДК – допустимый уровень кратковременного воздействия.

спроектированных и надлежащим образом эксплуатируемых объектах обычно незначительна³². Планировка объекта СПГ и расстояние, отделяющее его от объектов общего пользования и/или соседних сооружений, расположенных на пределах территории завода по производству СПГ, определяются на основании оценки рисков возгорания СПГ (защита от теплового излучения), образования облака паров (защита от рассеивания легковоспламеняющихся паров) или иных серьезных факторов риска.

53. Объекты СПГ должны разработать план готовности к аварийным ситуациям и ликвидации аварий с учетом роли местного населения и местной инфраструктуры в случае утечки СПГ или взрыва. Что касается характера судоходства и морской деятельности в данном районе, следует учитывать движение судов, связанное с объектами производства и хранения СПГ, в том числе у погрузочных и разгрузочных эстакад. При размещении оборудования для слива и налива СПГ на суда следует также учитывать наличие в данном районе иных судоходных маршрутов и прочей морской деятельности (например, рыбных промыслов, рекреационной деятельности). Водители автоцистерн или прицепов для перевозки СПГ должны пройти обучение по правилам дорожной безопасности и планам ликвидации аварийных ситуаций. Дополнительные сведения об элементах, включаемых в план действий в чрезвычайных ситуациях, приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Общие принципы обеспечения безопасности судоходства, которые также распространяются на перевозки СПГ морем, рассматриваются в **Руководстве по ОСЗТ «Судоходство»**.

1.3.1 Системы безопасности

54. Необходимо исключить несанкционированный доступ к объектам путем ограждения их по периметру и установки контролируемых точек доступа (охраняемых входов). Необходимо ввести ограничение доступа населения. Следует установить соответствующие знаки и оградить запретные зоны, на границе которых устанавливается охрана. Дорожные знаки для автомобилей должны четко определять отдельные въезды для грузовых автомашин/средств доставки и для автомобилей посетителей и персонала. Необходимо предусмотреть средства защиты от проникновения (например, камеры видеонаблюдения). Чтобы иметь максимальные возможности для наблюдения и свести к минимуму возможности для проникновения, необходимо обеспечить достаточное освещение объектов.

2. Мониторинг показателей ОСЗТ

2.1 Окружающая среда

2.1.1 Нормативы выбросов и стоков

55. Для контроля атмосферных выбросов от объектов СПГ следует применять методики, описанные в разделе 1.1 настоящего Руководства. Нормативы по стокам приведены в таблице 1. Нормативные значения для сточных вод, образующихся при технологических процессах в данном

³² При оценке и контроле факторов риска для населения следует руководствоваться международно признанными стандартами, например стандартом EN 1473. В целях защиты близлежащих районов следует определить минимальное безопасное расстояние до хранилищ СПГ и иных объектов – например, часть 193.16 раздела 49 свода федеральных нормативных актов США.

секторе, отражают надлежащую международную отраслевую практику, закрепленную в соответствующих стандартах стран с общепризнанной нормативной базой. Нормативы для выбросов от источников горения, связанных с производством пара и электроэнергии на установках мощностью не более 50 мВт т.э., приведены в **Общем руководстве по ОСЗТ**, а для выбросов из более мощных установок – в **Руководстве по ОСЗТ «Тепловые электростанции»**.

ТАБЛИЦА 1. НОРМАТИВЫ ПО СТОКАМ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ СПГ

ПАРАМЕТР	РЕКОМЕНДУЕМОЕ ЗНАЧЕНИЕ
Вода гидростатических испытаний	<p>Очистка и утилизация в соответствии с инструкциями раздела 1.1 настоящего документа. Для сброса в поверхностные воды или на грунт:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ общее содержание углеводородов: 10 мг/л; ○ pH: 6–9; ○ БПК: 25 мг/л; ○ ХПК: 125 мг/л; ○ ОСВВ: 35 мг/л; ○ фенолы: 0,5 мг/л; ○ сульфиды: 1 мг/л; ○ основные загрязняющие металлы^а (общее содержание): 5 мг/л <p>Хлориды^б: 600 мг/л (в среднем), 1200 мг/л (максимум)</p>
Загрязненные ливневые стоки	<p>Загрязненные ливневые стоки необходимо очищать в системе разделения нефти и воды, для достижения концентрации нефтепродуктов, не превышающей 10 мг/л.</p>
Охлаждающая или холодная вода	<p>Сток должен приводить к повышению температуры не более чем на 3°C на границе научно установленной зоны смешивания, которая учитывает базовое качество воды, вид водопользования, возможных рецепторов и ассимилирующую способность водного объекта.</p> <p>Концентрацию свободного хлора (остаточное общее содержание оксидантов в воде эстуария или морской воде) в сбрасываемой охлаждающей или холодной воде (со взятием проб в точке сброса) следует поддерживать на уровне не выше 0,2 части на миллион (млн⁻¹).</p>
Канализация	<p>Очистка в соответствии с указаниями Общего руководства по ОСЗТ, включая требования к сбросу. Может потребоваться обустройство сооружений, способных принимать стоки с газозовов (см. Руководство по ОСЗТ «Порты и гавани»).</p>
<p>Примечания: ^а Такие металлы включают: Ag, As, Be, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, Zn. ^б Для сброса в пресные воды.</p>	

2.1.2 Использование ресурсов и потребление энергии

56. В таблице 2 приведены примеры показателей потребления ресурсов и энергии для данного сектора. Эталонные значения этих отраслевых показателей приводятся исключительно для целей сравнения; а в рамках отдельных проектов следует стремиться к постоянному улучшению этих

показателей. Они приведены в качестве ориентира для сравнения, чтобы дать руководителям предприятий возможность определить относительную эффективность проектов, а также отслеживать изменение экономических показателей со временем.

ТАБЛИЦА 2. ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ		
ПАРАМЕТР	Единицы	ЭТАЛОННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОТРАСЛИ
Энергопотребление – процесс сжижения СПГ	кВт-ч/т СПГ	275–400 ^а
Примечания: ^а UNECE, 2014.		

2.1.3 Мониторинг состояния окружающей среды

57. Программы мониторинга состояния окружающей среды для данного сектора следует реализовывать с учетом всех видов деятельности, которые могут оказать значительное воздействие на состояние окружающей среды при их осуществлении как в нормальном, так и во внештатном режиме. Мониторинг состояния окружающей среды следует вести по прямым или косвенным показателям выбросов, стоков и используемых ресурсов, применимым к данному проекту.

58. Частота проведения мониторинга должна быть достаточной для получения репрезентативных данных по тому параметру, мониторинг которого проводится. Мониторинг должны осуществлять лица, прошедшие специальную подготовку, в соответствии с процедурами мониторинга и учета данных и с использованием оборудования, прошедшего надлежащую калибровку и техническое обслуживание. Данные мониторинга необходимо регулярно анализировать и изучать, сравнивая их с действующими стандартами, в целях принятия необходимых корректирующих мер. Дополнительные указания по применимым методам отбора проб и анализа выбросов и стоков содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

2.2 Охрана труда и техника безопасности

2.2.1 Указания по охране труда и технике безопасности

59. Эффективность охраны здоровья и безопасности работников следует оценивать, исходя из опубликованных международных рекомендаций по показателям воздействия вредных производственных факторов, примерами которых являются, в частности: показатели предельных пороговых значений (TLV®) воздействия на рабочем месте и показатели биологического воздействия (BEIS®), публикуемые Американской конференцией государственных специалистов по гигиене труда (ACGIH)³³; Карманный справочник по химическим факторам риска, публикуемый Национальным исследовательским институтом техники безопасности и охраны труда США

³³ <http://www.acgih.org/store/>

(NIOSH)³⁴; «Допустимые уровни воздействия» (PEL), публикуемые Управлением охраны труда США (OSHA)³⁵; «Индикативные предельно допустимые концентрации на производственных объектах», публикуемые странами–членами Европейского союза³⁶, или данные из иных аналогичных источников.

2.2.2 Показатели травматизма и смертности на производстве

60. При реализации проектов следует стремиться к снижению числа несчастных случаев на производстве среди работников проекта (как штатных сотрудников, так и субподрядчиков) до нулевого уровня, особенно несчастных случаев, способных привести к потере рабочего времени, инвалидности различной степени тяжести, или смертельному исходу. Показатели частоты несчастных случаев на объекте можно сопоставлять с опубликованными показателями предприятий данной отрасли в развитых странах, которые можно получить из таких источников, как, например, Бюро трудовой статистики США и Инспекция Соединенного Королевства по охране труда и технике безопасности³⁷.

2.2.3 Мониторинг соблюдения норм охраны труда и техники безопасности

61. Следует вести мониторинг рабочей среды на наличие вредных производственных факторов, характерных для конкретного проекта. Процесс мониторинга должны разрабатывать и осуществлять аккредитованные специалисты³⁸ в рамках программы мониторинга охраны труда и техники безопасности. Предприятиям следует также вести журналы учета случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также опасных происшествий и несчастных случаев. Дополнительные указания по программам мониторинга ОСЗТ содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

³⁴ <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

³⁵ http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992

³⁶ <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/exposure-to-chemical-agents-and-chemical-safety/osh-related-aspects/council-directive-91-414-eeec>

³⁷ <http://www.bls.gov/iif/> и <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

³⁸ К таким аккредитованным специалистам могут относиться сертифицированные специалисты по производственной санитарии, дипломированные специалисты по охране труда, сертифицированные специалисты по технике безопасности или специалисты аналогичной квалификации.

3. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ABS Consulting. 2004. Consequence Assessment Methods for Incidents Involving Releases from Liquefied Natural Gas Carriers. Report for FERC. Houston, TX: ABS Consulting.
- American Petroleum Institute (API). 2003. Recommended Practice. Protection against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents. API RP 2003. Washington, DC: API. Aspen Environmental Group. 2005. International and National Efforts to Address the Safety and Security Risks of Importing Liquefied Natural Gas: A Compendium. Prepared for California Energy Commission. Sacramento, CA: Aspen Environmental Group.
- California Energy Commission. 2003. Liquefied Natural Gas in California: History, Risks, and Siting. Staff White Paper. No. 700-03-005. Sacramento, CA: California Energy Commission.
<http://www.energy.ca.gov/publications/index.php>.
- Center for Energy Economics (CEE). 2003a. Introduction to LNG. An Overview on Liquefied Natural Gas (LNG), its Properties, the LNG Industry, Safety Considerations. Sugar Land, Texas: CEE.
<http://www.beg.utexas.edu/energyecon>.
- . 2006. LNG Safety and Security. Sugar Land, Texas: CEE.
[http://www.beg.utexas.edu/energyecon/lng/documents/CEE LNG Safety and Security.pdf](http://www.beg.utexas.edu/energyecon/lng/documents/CEE_LNG_Safety_and_Security.pdf).
- European Union. European Norm (EN) Standard EN 1473. 2016. Installation and Equipment for Liquefied Natural Gas—Design of Onshore Installations. Latest Edition. Brussels: EU.
- . 2002. EN 13645. Installations and Equipment for Liquefied Natural Gas—Design of Onshore Installations with a Storage Capacity Between 5 t and 200 t.
- International Maritime Organisation (IMO). 2016. International Gas Carrier Code (IGC Code).
<http://www.imo.org/publications>.
- International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA). 2008. Guide to Tiered Preparedness and Response. Vol. 8 of Oil Spill Preparedness and Response. London.
<http://www.ipieca.org>.
- International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT). 2006. 5th ed. ICS & OCIMF. London: Witherbys Publishing.
- IMO. 1978. MARPOL 73/78. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto. London: IMO.
- Kidnay, A.J., and W.R. Parrish. 2006. Fundamentals of Natural Gas Processing. Boca Raton, FL: CRC Press.
- National Fire Protection Association (NFPA). 2016. NFPA 59A. Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG). Quincy, MA: NFPA.
- . 2013. NFPA 52. Vehicular Gaseous Fuel Systems Code. Quincy, MA: NFPA.

Nova Scotia Department of Energy. 2005. Code of Practice. Liquefied Natural Gas Facilities. Halifax, Nova Scotia: Department of Energy. <http://www.gov.ns.ca/energy>.

Sandia National Laboratories. 2004. Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water. SAND2004-6258, December 2004. Albuquerque, New Mexico, and Livermore, California: Sandia National Laboratories.

Society of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO). 1997 Site Selection and Design of LNG Ports and Jetties. London: SIGTTO. <http://www.sigtto.org>.

———. 1999. Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals - 3rd edition. London: SIGTTO.

———. 2000. Safety in Liquefied Gas Marine Transportation and Terminal Operations. London: SIGTTO. <http://www.sigtto.org>.

United Nations Commission for Europe (UNECE). 2014. Current Status and Perspectives for LNG in the UNECE Region. <http://www.unece.org/energy/se/lng.html>.

United States (U.S.) Department of Transportation, Pipeline and Hazardous Material Safety Administration. "Code of Federal Regulations (CFR). Title 49: Transportation. Part 193: «Производство, транспортировка и регазификация сжиженного природного газа (СПГ): Federal Safety Standards.» Washington, DC. <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=cd21c092380ea207143329726734e8ca&mc=true&node=pt49.3.193&rgn=div5>.

U.S. Department of Homeland Security, Coast Guard. "Code of Federal Regulations (CFR). Title 33: Navigation and Navigable Waters. Part 127: Waterfront Facilities Handling Liquefied Natural Gas and Liquefied Hazardous Gas." Washington, DC. <http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=b52b35cc7a3e8cebd4e6e58e2eb97141&mc=true&node=pt33.2.127&rgn=div5>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ОТНОСЯЩИХСЯ К ДАННОЙ ОТРАСЛИ

62. Сжижение природного газа позволяет значительно сократить его объем, что дает возможность хранить и перевозить на судах большие объемы сжиженного природного газа (СПГ). Производственная цепочка СПГ состоит из следующих этапов:

- 1-й этап – добыча природного газа (операции и объекты разведки и добычи газа);
- 2-й этап – транспортировка природного газа на заводы подготовки/ сжижения газа;
- 3-й этап – подготовка природного газа (осушка, очистка от сероводорода (H_2S) и т.д.);
- 4-й этап – сжижение природного газа;
- 5-й этап – налив СПГ на суда-газовозы и его транспортировка на приемные терминалы;
- 6-й этап – слив СПГ и его хранение на приемных терминалах;
- 7-й этап – регазификация СПГ в теплообменниках;
- 8-й этап – поставка газа в газораспределительную сеть по магистральным газопроводам, на станции заправки СПГ для автомобильного и железнодорожного транспорта и для внедорожной техники (карьерных самосвалов).

63. Перед использованием неочищенный природный газ должен пройти «подготовку» – очистку от тяжелых углеводородов, а также нежелательных компонентов или примесей. Установки подготовки газа могут быть отдельными или автономными, либо являться составной частью завода по сжижению природного газа. Обычно процесс подготовки газа включает в себя извлечение более тяжелых фракций углеводородов, таких, как сжиженный углеводородный газ (СУГ) и широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ), куда входят, например, пропан и бутан. Затем очищенный газ (с высоким содержанием метана) поступает в установки сжижения. Чтобы газ был пригоден к транспортировке, его охлаждают при атмосферном давлении до температуры примерно $-162^{\circ}C$, когда он превращается в жидкость, объем которой приблизительно в 600 раз меньше исходного объема газа, а плотность составляет от 420 до 490 килограммов на кубический метр ($кг/м^3$).

А.1 Сжижение природного газа

64. Технологическая схема производства СПГ на типовом крупнотоннажном заводе приведена на рисунке А1. Технологические и инженерные требования зависят от условий участка, качества сырьевого газа и технических требований к конечному продукту. Обычно процесс выглядит следующим образом: добытый сырьевой газ поступает с месторождений по трубопроводам под высоким давлением (до 90 бар), производится стабилизация и отделение сопутствующего конденсата. Затем замеряется объем газа, а его давление выравнивается с расчетным рабочим давлением установки.

65. Газ проходит предварительную подготовку, в ходе которой его очищают от любых примесей, способных помешать его обработке, либо нежелательных для конечного продукта. В частности, газ подвергается очистке, то есть, из него удаляются кислые газы и компоненты, содержащие серу –

например, углекислый газ (CO₂), сероводород (H₂S) и меркаптаны, а также, при необходимости, ртуть, иные микропримеси и, осушке, то есть, из его удаляется вода.

66. Затем осушенный и очищенный газ охлаждается потоками хладагента с целью отделения более тяжелых углеводородов. Подготовленный газ охлаждается в несколько приемов посредством непрямого теплообмена с одним или несколькими хладагентами; таким образом, температура газа постепенно понижается вплоть до его полного сжижения. Затем в несколько приемов проводится дальнейшее понижение температуры СПГ и расширение его объема, чтобы облегчить его хранение под давлением, незначительно превышающим атмосферное. В ходе этого процесса происходит рекуперация пара, образовавшегося при мгновенном испарении, и отпарного газа (ОГ). Полученный СПГ, готовый к транспортировке морем, хранится в изотермических резервуарах.

67. Производится фракционирование и рекуперация более тяжелых углеводородов, полученных путем сепарации при охлаждении. Этан обычно повторно закачивают в линию сжижения газа. Пропан и бутан можно либо вернуть в систему сжижения, либо отгружать в виде СУГ, а пентан (или более тяжелые компоненты) – отгружать в виде «газового бензина».

68. В процессе сжижения, в основном, применяется охлаждение в механических холодильных установках, при котором происходит перенос тепла от природного газа через поверхность теплообменников в компрессионную холодильную установку закрытого контура. Было разработано несколько различных технологий сжижения природного газа, из которых шире всего распространены следующие:

- каскадная, с использованием нескольких холодильных циклов с различными однокомпонентными хладагентами, например пропаном, этиленом и метаном;
- со смешанным хладагентом, в которой используется смесь азота с легкими углеводородами.

69. К основным производственным факторам, необходимым для обеспечения функционирования технологических установок, относятся:

- топливный газ, получаемый из технологических потоков и необходимый для производства электроэнергии;
- охладитель (например, вода, воздух);
- теплоноситель (пар или контур с горячим маслом).

A.2 Транспортировка СПГ

70. СПГ перевозится с заводов по сжижению газа на регазификационные терминалы судами-газовозами особой конструкции вместимостью от 80 000 м³ до 260 000 м³. Резервуары-танки на таких судах представляют собой как бы огромные термосы (подобие сосудов Дьюара), благодаря чему в течение всего пути СПГ остается в жидком состоянии. В танках образуется очень небольшое количество газа, который откачивается во избежание повышения давления и может быть использован в качестве судового топлива. На новых газовозах используются танки с пятью

различными системами изоляции СПГ и постоянным контролем наличия газа и изменения температуры³⁹:

- два вида самоуравновешивающихся танков:
 - сферические танки (типа «Мосс»),
 - призматические танки;
- два вида танков мембранного типа (TGZ Mark III и GT96). В мембранных танках для изоляции груза применяют двухслойную металлическую оболочку (первичную и вторичную мембраны).

A.3 Береговой терминал регазификации СПГ

71. Терминалы регазификации СПГ обычно включают следующие компоненты:

- системы разгрузки СПГ, включая эстакаду и причал;
- резервуар(ы) хранения СПГ;
- внутренние и внешние насосы резервуаров СПГ;
- системы утилизации паров газа;
- испарители СПГ.

72. СПГ перекачивается по разгрузочным трубопроводам в береговые резервуары СПГ при помощи корабельных насосов. Пары, образующиеся в резервуаре хранения за счет вытеснения во время разгрузки судна, направляются в грузовые танки судна по возвратному трубопроводу и рукаву, и поддерживают повышенное давление в танках судна. Для приема и хранения СПГ сооружается один или несколько резервуаров большой вместимости.

73. Вследствие теплопереноса из окружающей среды при функционировании терминала в обычном режиме в резервуарах и заполненных СПГ трубопроводах образуется отпарной газ (ОГ). Обычно ОГ собирают для повторного сжижения в потоке СПГ. Во время разгрузки судна образуется больше паров. Из входного сепаратора компрессора пары направляются по трубопроводам возврата паров на судно или в компрессоры ОГ. Пары, не отправленные на судно, компримируются и направляются в конденсатор повторного сжижения.

74. Внутренние откачивающие насосы перекачивают СПГ из резервуаров хранения в конденсатор повторного сжижения. ОГ, образующийся в процессе функционирования терминала, также направляется в эту установку, где смешивается с переохлажденным СПГ и сжижается.

75. Ступенчатые откачивающие насосы высокого давления перекачивают СПГ из конденсатора повторного сжижения в испарители, где за счет теплообмена между СПГ и теплоносителем происходит испарение находящегося под высоким давлением СПГ, и образовавшийся газ

³⁹ Соответствующие технические данные этих резервуаров подробно рассматриваются в разработанных SIGTTO руководящих документах и технических условиях на проектирование судов.

направляется непосредственно в отгрузочный трубопровод. Наиболее распространены следующие типы испарителей:

- панельные испарители открытого типа (ПИОТ), в которых для подогрева и испарения СПГ используется морская вода;
- испарители горения погружного типа (ИГПТ), где источником тепла для испарения СПГ являются горелки, в которых сжигается подаваемый газ;
- кожухотрубные испарители (или испарители жидкостного типа с промежуточным теплоносителем), в которых имеется внешний источник тепла.

A.4 Системы выпуска в атмосферу и факельного сжигания

76. В случае снижения производительности установки до минимума или в чрезвычайной ситуации возможно образование ОГ в объемах, превышающих пропускную способность конденсатора повторного сжижения. В этом случае ОГ отводится в атмосферу посредством факельного сжигания или рассеивания. Если применяется система аварийного рассеивания в атмосферу, следует учесть опасность накопления холодного метана в приземном слое, чтобы содержание холодного метана не превысило нижнего предела возгораемости (НПВ).

A.5 Морские приемные терминалы СПГ

77. Морские объекты СПГ делятся по своей конструкции на следующие виды:

- основания гравитационного типа (ОГТ);
- плавучие установки регазификации и хранения (ПУРХ);
- плавучие установки регазификации (ПУР);
- швартовные регазификационные системы.

78. ОГТ – это стационарное бетонное сооружение, опирающееся на морское дно; все компоненты регазификационной установки расположены в верхней части ОГТ.

79. ПУРХ – это переоборудованный танкер-газовоз, на котором смонтирована регазификационная установка. Это – плавучий объект, крепящийся ко дну моря с помощью турельной якорной системы. Системы выкачивания и испарения СПГ, утилизации ОГ и перекачки природного газа на берег располагаются на палубе ПУРХ.

80. Концепция ПУР основана на переоборудовании нефтяных танкеров: они превращаются в платформы для регазификации, обеспечивающие возможность швартовки газовозов и слива СПГ. Возможности для хранения СПГ на ПУР ограничены или отсутствуют вовсе, так что СПГ, перекачанный с газовоза, сразу же регазифицируется и отправляется на берег. Если же на таком терминале имеются большие емкости для хранения газа, то он может применяться для сглаживания пикового потребления.

81. В число швартовых регазификационных систем могут входить:

- платформа башенного типа с одноточечной причальной системой (ОПС): в этом случае регазификационная установка располагается наверху стационарного основания башенного типа. Газовоз швартуется к поворотному швартовному столу башенной платформы ОПС и медленно перекачивает СПГ на платформу, где СПГ сразу же регазифицируется и отправляется на берег по газопроводу;
- турельный причал с разъемным стояком (ТРС), представляющий собой систему швартовки и разгрузки с возможностью перекачки газа под высоким давлением с газовозов, располагающих бортовыми регазификационными установками.

А.6 Станции заправки СПГ

82. Как правило, СПГ поставляется на станции заправки СПГ с установок сжижения автоцистернами, предназначенными для перевозки криогенного топлива. На станциях заправки СПГ перегружается в системы хранения. На большинстве станций заправки топливо перекачивается насосом в испаритель воздуха, выполняющий роль теплообменника. В этом испарителе повышается температура СПГ. При такой температуре давление повышается, но топливо остается в жидком виде. Этот процесс называется кондиционированием. После кондиционирования СПГ хранят в больших криогенных резервуарах, установленных горизонтально или вертикально, вместимостью от 30 до 100 м³. По мере необходимости СПГ в жидком виде перекачивают в криогенные автоцистерны под давлением до 20 бар.

