

Вопросы безопасности и экологичности цепочки поставок СПГ



Is the LNG Supply Chain Safe and Environmentally Friendly?

Дэвид Вуд

Компания "David Wood & Associates"

Сазэйд Мохатаб

Член Редакционного Консультационного Совета журнала "ROGTEC"

Особенности береговых комплексов СПГ и аварийных ситуаций на них

■ Резервуары хранения СПГ

В мировой практике применяются различные виды резервуаров хранения СПГ. Эти различия обусловлены их объемом, а также геологическими и природоохранными факторами. Благодаря новым конструкторским разработкам, в последние годы стало возможным строительство более крупных наземных резервуаров объемом до 200 000 м³. Существует два основных вида резервуаров хранения СПГ: подземные (**Рисунок 1**) и наземные (**Рисунок 2**). Оба вида резервуаров имеют высокий уровень фактической безопасности. Подземные резервуары хранения СПГ, безусловно, имеют некоторые преимущества с точки зрения охраны окружающей среды: из-за пределов территории терминала они заметны лишь частично, что делает их менее уязвимыми в качестве цели для террористических актов. Кроме того, поскольку СПГ хранится ниже уровня земли, в случае

David Wood

David Wood & Associates

Saeid Mokhatab

Member, Editorial Advisory Board, ROGTEC Magazine

Characteristics and Safety Incidents in Onshore LNG Facilities

■ LNG Storage Tanks

LNG storage tanks are employed in a variety of types throughout the world according to capacity geological and environmental considerations. New designs have in recent years made it possible to build larger above ground tanks with capacities of up to 200,000 m³. There are two key types of LNG storage tanks: in-ground storage tanks (**Figure 1**) and above ground storage tanks (**Figure 2**). Both types of tanks have a high level of demonstrated safety. In-ground LNG storage tanks do have some environmental benefits: they are only partially visible from the outside of the terminal site making them difficult to be targeted by terrorists. Furthermore, since the LNG is stored below the ground surface, in the unlikely event of a terrorist attack or the concrete roof being destroyed by a projectile, the LNG would not leak onto the ground. Accordingly, the tanks are accredited with the European standard EN1473, making them the safest way to store LNG. In an earthquake the seismic

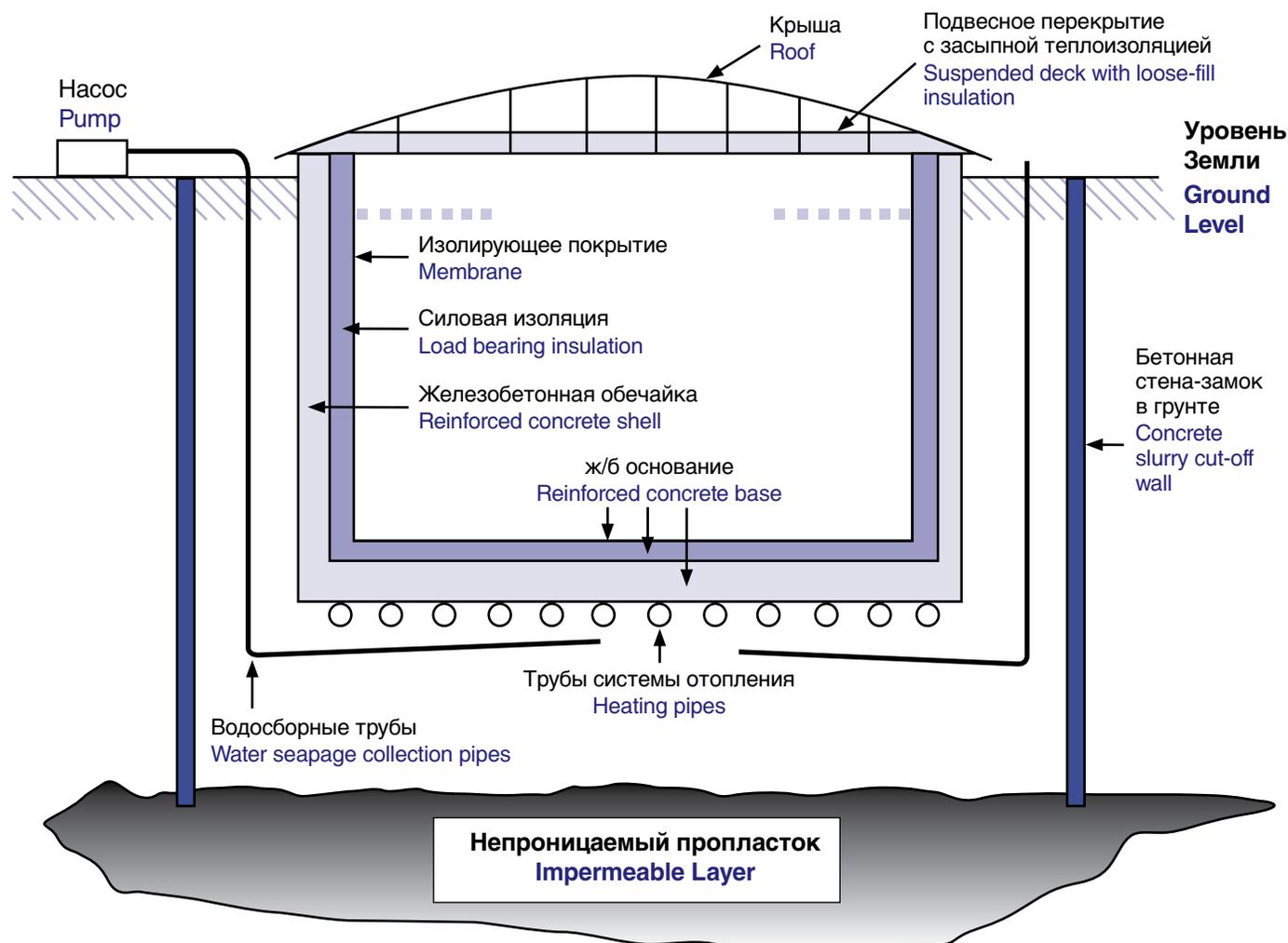
террористического акта или разрушения бетонной крыши снарядом СПГ не вытечет на землю. Такие резервуары хранения признаны соответствующими европейскому стандарту EN 1473, и поэтому считаются наиболее безопасным способом хранения СПГ. При землетрясениях подземные резервуары хранения меньше страдают от смещения почвы, чем надземные сооружения, из-за чего в сейсмоопасных зонах подземные резервуары более безопасны. Для повышения уровня защищенности резервуаров от террористических актов крыши резервуаров могут облицовываться железобетоном, либо полностью заглубляться. С поверхности видна только крыша резервуара хранения СПГ, что делает такой резервуар менее подверженным нападению террористов. Более того, резервуары не ухудшают природный ландшафт и снижают психологическое воздействие, которое обычно создают крупные резервуары.

motion is not amplified for in-ground storage tanks when compared to above-ground structures making them safer in earthquake-prone regions. In order to make the tanks much safer from terrorist attacks, tank roofs can be lined with reinforced concrete or the roof of the tanks can be completely underground. The roofs of in-ground LNG storage tanks are the only part visible from the surface making the tanks a difficult target for terrorists. Moreover the tanks are not obtrusive to the surrounding environment, reducing the psychological impact that large tanks usually arouse.

Рисунок 1 Схематическое изображение конструкции типowego подземного резервуара хранения СПГ

Figure 1 Schematic design of a typical in-ground LNG storage tank

Изображение конструкции типowego подземного резервуара хранения СПГ в разрезе Cross-section of Typical In-ground LNG Storage Tank Design



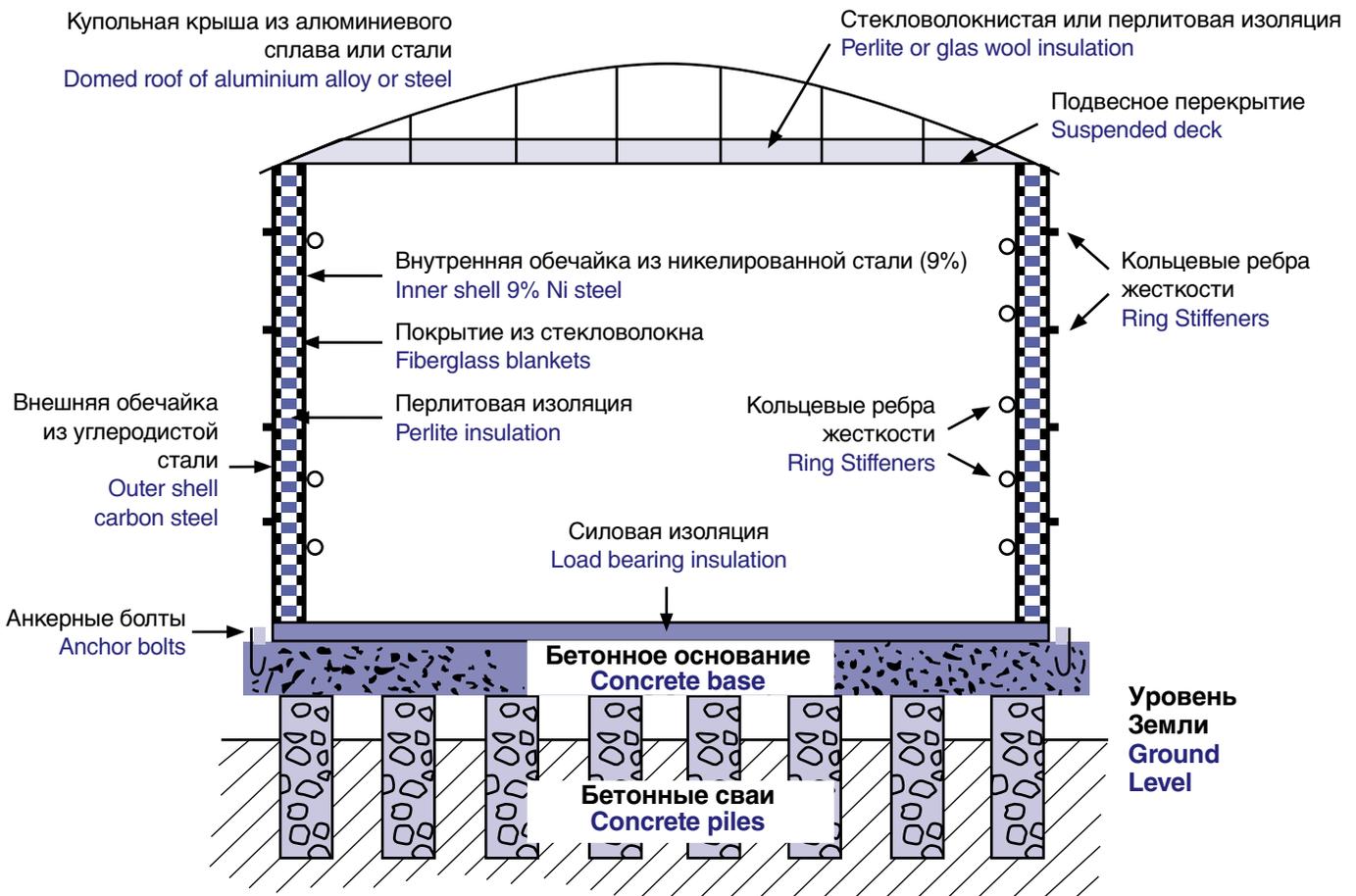
Тем не менее, затраты на строительство подземных резервуаров при определенных геологических условиях могут быть высоки. По этой причине, а также на основании оценки риска применительно к месту расположения тех или иных резервуарных парков СПГ, большинство резервуаров выполняются надземными. При условии, что при строительстве таких резервуаров используются надлежащие материалы и предусматриваются сооружения для локализации разливов, например, дамбы обвалования, они вполне могут эффективно и безопасно эксплуатироваться без серьезных последствий для безопасности и экологии, даже в случае попыток совершения террористических актов. С недавнего времени иногда применяются резервуары СПГ уже не цилиндрической, а модульной и прямоугольной конструкции, так как это ускоряет их строительство и размещение при сооружении надземных и, возможно, морских гравитационных приемных терминалов СПГ.

However, construction costs of in-ground tanks can be high and difficult to build in certain geological environments. For this reason, and based upon risk assessments in the location of specific LNG storage sites, most tanks are of the above-ground type. Providing such tanks are built with appropriate materials and spill containment provisions, e.g. containment dikes, there is no reason that they cannot be operated safely and effectively, preventing serious safety and environmental consequences even if targeted by terrorists. Some recent LNG tank designs are no longer cylindrical, but modular and rectilinear in design for more rapid build and deployment, both above ground and potentially offshore in gravity-based LNG receiving terminals.

Рисунок 2: Схематическое изображение конструкции типowego надземного резервуара хранения СПГ

Figure 2: Schematic design of a typical above-ground LNG storage tank

Изображение конструкции типowego надземного резервуара хранения СПГ в разрезе Cross Section of Typical Above-ground LNG Storage Tank Design



Не показаны: Трубная обвязка для налива и слива, насосы, измерительное оборудование, смотровые люки, защита от гидроудара и дефлекторы
Not Shown: Loading and unloading pipework, pumps, measuring equipment, inspection manholes, surge and splash plates

Техника безопасности на объектах береговых резервуарных парков СПГ

В отрасли накоплен значительный опыт безопасной эксплуатации береговых комплексов СПГ. В США этот опыт имеет более чем пятидесятилетнюю историю работы производственных мощностей по сжижению природного газа, подаваемого в период пикового потребления – небольших заводов и емкостей-хранилищ, где производится и хранится СПГ, вырабатываемый из поступающего по трубопроводу газа в периоды слабого разбора и накапливаемый в виде СПГ для последующей регазификации и подачи в трубопровод в периоды повышенного спроса. Более чем в 50 местных коммунальных службах с отличными показателями техники безопасности эксплуатируется около 130 таких мощностей по производству СПГ, которые работают под строгим контролем на уровне федерации и отдельных штатов и с учетом высоких металлургических стандартов, установленных после аварии в Кливленде (штат Огайо) в 1944 году (см. ниже).

Резервуары для СПГ выполняются с двойными стенками: внешняя стенка предназначена для задержки паров СПГ, а вокруг внутренней стенки имеется система изоляции, содержащая криогенную жидкость. Резервуары выполняются из металлов или сплавов с низким коэффициентом теплового расширения, которые не охрупчиваются при соприкосновении с криогенными текучими средами (то есть, из алюминия или стали с девятипроцентным содержанием никеля). Вокруг современных резервуаров устраиваются насыпи, бермы, дамбы или обвалования, рассчитанные на прием утечек любого объема, а именно до 110 % от объема соответствующего резервуара. Иногда в конструкции резервуаров СПГ применяется внешняя емкость из преднапряженного железобетона, способная вместить содержимое внутреннего резервуара в случае утечки из него.

Риск взрыва сводится к минимуму за счет хранения СПГ под давлением несколько выше атмосферного, что исключает самопроизвольное попадание в резервуар воздуха. Внутренние части оборудования резервуаров эксплуатируются в безвоздушной среде, чтобы поддерживать СПГ в состоянии, при котором невозможно воспламенение или взрыв. Если же, тем не менее, СПГ вытекает из резервуара или разливается во время транспортировки, он перемешивается с воздухом и либо возгорается с образованием пожара пролива, либо быстро и без остатка испаряется. Пары СПГ (то есть, природный газ, более чем на 90% состоящий из метана) при перемешивании с воздухом становятся огнеопасными, но возгораются только в составе воздушной смеси, в которой доля газа в воздухе составляет по объему от 5% до 15%. Взрыв происходит в том случае, если такая огнеопасная смесь находится в замкнутом пространстве в присутствии источника воспламенения.

Safety of Onshore LNG Storage Facilities

The LNG industry has substantial experience in safely operating onshore LNG facilities. The US experience in operating LNG facilities goes back more than five decades with peak shaving facilities - small liquefaction plants and storage tanks that make and store LNG from pipeline gas during periods of low gas demand, store it as LNG, and then regasify it to supplement pipeline supplies during periods of high demand. More than 50 local utilities operate some 130 such plants LNG with an excellent safety record following lessons learned, strict federal and state regulation, and high metallurgical standards following the accident in Cleveland Ohio in 1944 (see below).

LNG tanks have double walls: the outside wall is designed to hold LNG vapors and the insulation system around the inner wall which contains the cryogenic liquid. The tanks are constructed of metals or alloys with low coefficients of thermal expansion that do not embrittle when in contact with cryogenic fluids (i.e. aluminium or nine-percent nickel steel). Embankments, berms, bunds or dikes surround the tanks and are scaled, as a precaution, to contain any leakage up to 110% in modern facilities. Some LNG tank designs have a reinforced prestressed concrete outer tank which is capable of holding the tank contents should the inner tank leak.

Explosion risk is minimized by storing LNG slightly above atmospheric pressure so that no air can inadvertently leak into a tank. The inside of the tanks are operated as air free environments to maintain the LNG in an inflammable state that precludes ignition or explosion. If LNG does however escape from a tank or is spilled during transfer it will mix with air and either ignite forming a pool fire or will rapidly vaporize leaving no residue. LNG vapor (i.e. natural gas consisting of >90% methane) becomes flammable when mixed with air but will ignite only when mixed in the range 5% to 15% by volume of gas in air. An explosion can result if such a flammable mixture is confined in the presence of an ignition source. The LNG industry has well established safety systems including codes, regulations and standards.

These systems incorporate the following requirements:

- well-designed and engineered facilities
- trained, qualified and experienced operating personnel
- fail-safe control systems, alarms and automated emergency isolations
- management committed to safety as number one priority
- frequently reviewed and updated standard operating procedures
- specified contingencies and documented emergency scenario plans
- top quality fire protection and security systems
- emergency response teams adequately resourced for rapid and effective deployment

В отрасли по производству СПГ существуют хорошо установившиеся системы техники безопасности, в том числе своды правил, нормативных требований и стандартов. К таким системам относятся следующие требования:

- надежность в конструкции и проектировании сооружений
- обученный, квалифицированный и опытный производственный персонал
- отказобезопасные системы управления, сигнализации и автоматического аварийного отключения
- первостепенное внимание вопросам техники безопасности со стороны руководителей
- частая проверка и доработка стандартных производственных процедур
- наличие письменного перечня чрезвычайных ситуаций и письменных планов ликвидации аварий при различных вариантах их развития
- высококачественные системы пожаробезопасности и охраны
- наличие аварийных бригад, имеющих достаточное снаряжение для быстрого и эффективного развертывания

Крупные аварии на объектах СПГ в США (с 1939 по 2006 год)

Рассмотрения заслуживают три следующие крупные аварии:

■ Кливленд (штат Огайо), 1944 год

Первый промышленный завод СПГ для подачи газа в периоды пикового потребления был построен в Западной Виргинии в 1939 году. Два года спустя компания “Ист Огайо Гэс Компани” (East Ohio Gas Company) построила в Кливленде второй завод, безаварийно работавший до 1944 года, вплоть до того времени, когда на его территории был возведен более крупный резервуар. Так как во время Второй Мировой Войны ощущалась нехватка сплавов нержавеющей стали, при проектировании нового резервуара были приняты компромиссные решения. Вскоре после пуска в эксплуатацию из-за хрупкого излома резервуар дал течь, СПГ вытек, и произошел перелив обвалования, которое было рассчитано на прием лишь небольших разливов. Жидкость устремилась в зону заводских инженерных сооружений и попала в систему ливневой канализации, образовав облако пара, которое заполнило прилегающие улицы и воспламенилось. В результате воспламенения облака пара и пожара пролива погибли 128 человек, находившихся в это время в административно-хозяйственном корпусе компании и в примыкающих жилых кварталах. Горное Бюро США провело расследование аварии и пришло к выводу, что концепция сжижения и хранения СПГ может быть реализована только в случае “соблюдения надлежащих мер предосторожности.” Если бы резервуар в Кливленде был построен по современным стандартам, то этой аварии бы не произошло. Действительно, за всю

Major LNG Safety Incidents in USA (1939 to 2006)

Three major incidents are worthy of review:

■ Cleveland, Ohio 1944

The first commercial LNG peak-shaving plant was built in West Virginia in 1939. Two years later, the East Ohio Gas Company built a second facility in Cleveland, which operated without incident until 1944 when the facility was expanded to include a larger tank. A shortage of stainless steel alloys during World War II led to compromises in the design of the new tank. It failed by brittle fracture shortly after it was placed in service, allowing LNG to overflow a dike designed to hold small spills only. The liquid flowed into the surrounding utility plant area and into the storm sewer system, forming a vapor cloud that filled the surrounding streets and ignited. The resulting vapor and pool fire caused the deaths of 128 people in an adjacent utility company building and in the adjoining residential area. The U.S. Bureau of Mines investigating the accident concluded that the concept of liquefying and storing LNG was valid if “proper precautions were observed.” Had the Cleveland tank been built to modern standards, this accident would not have happened. In fact, LNG tanks properly constructed of 9 percent nickel steel have never had a brittle crack failure in their 35-year history.

■ Staten Island, New York February 1973

An industrial accident occurred at the Texas Eastern Transmission Company peak-shaving plant on Staten Island. An LNG tank was emptied to investigate a leak which was found to be caused by tears in its mylar lining. During the repairs, the mylar liner and the polyurethane tank insulation were ignited, thus raising the temperature in the tank. Enough pressure was generated to dislodge a 6-inch thick concrete roof, which then fell on the workers in the tank and killed 40 people. The New York City Fire Department report of July 1973 determined that the accident was clearly a construction accident and not a “LNG accident.” However, it highlights the fact that tanks for any form of hydrocarbon are potentially dangerous places when entered for maintenance purposes and strict codes of practice have to be followed to avoid risks of ignition and/or asphyxiation.

■ Cove Point, Maryland October 1979

An explosion occurred within an electrical substation at the Cove Point receiving terminal. LNG had leaked through an inadequately tightened LNG pump electrical conduit seal, and had passed through 200 feet of underground electrical conduit to enter the substation. Since natural gas had not been anticipated in this building, there had been no gas detectors installed. The natural gas-air mixture was ignited by the normal arcing during the opening of normally energized contacts of a motor control circuit. The resulting explosion killed one operator in the building, seriously injured a second, and caused about \$3 million in damage. The National Transportation Safety Board found that the Cove Point Terminal was designed and constructed conforming to



MOSCOW OIL AND GAS CONFERENCES

Oilfield Services in Russia

10 October 2007

NEFTEGAZSERVIS



The Conference provides an ideal forum for executives of geophysical, drilling and workover companies and other organizations serving oil and gas industry. The event will be attended by professionals from both Russian and international oilfield service companies, who will have an opportunity to share ideas on numerous issues that need to be addressed in this rapidly developing sector of the Russian market.

Offshore Drilling Equipment Conference

5 December 2007

NEFTEGAZSHELF



Offshore oil and gas projects rank among top priorities for the Russian economy. Equipment buyers include OJSC Gazprom, OJSC NK Rosneft, OJSC NK LUKOIL and a number of international companies. Offshore fields development requires various and sometimes unique equipment. Russian companies still lack experience in offshore field development, therefore it is impossible to overestimate the experience of Norwegian, British and other companies that attended the previous Neftgazshelf conference. Participants of the forthcoming conference from local and international companies will speak about planned orders and contractor management practices.

Oil and Gas Industry Supply Chain

19 March 2008

NEFTEGAZSNAB



The conference is aimed at facilitating development of uniform supply chain procedures for oil companies operating in the Russian Federation. The conference will be attended by supply chain executives from oil producing companies who will be offered an opportunity to communicate directly with colleagues and suppliers. The issues to be brought up at the conference include bidding procedures, uniform requirements for suppliers' quality management systems and consolidation of oil companies' supplier databases to form a single register of oil and gas industry suppliers.

Tel.: (495) 514-44-68, 514-58-56
Fax: (495) 788-72-79; info@n-g-k.ru

WWW.N-G-K.RU

35-летнюю историю эксплуатации резервуаров СПГ, построенных из стали с 9-процентным содержанием никеля при соблюдении надлежащей технологии, не было ни одного случая их хрупкого разрушения.

■ **Статен Айленд, Нью-Йорк, февраль 1973 г**

В Статен Айленде, на заводе СПГ для подачи газа в периоды пикового потребления, принадлежащем компании “Тексас Истерн Транзмишн Компани” (Texas Eastern Transmission Company) произошла промышленная авария. Для проведения осмотра места утечки в резервуаре СПГ, вызванной разрывами в его майларовой обшивке, резервуар был опорожнен. Во время ремонтных работ произошло возгорание майларовой обшивки и полиуретановой изоляции резервуара, из-за чего температура в резервуаре повысилась. Рост давления оказался достаточным для того, чтобы бетонная крыша емкости толщиной 6 дюймов сместилась и упала на рабочих, находившихся внутри резервуара. Погибло 40 человек. В отчете, датированном июлем 1973 года, Управление Пожарной Охраны г. Нью-Йорка квалифицировало эту аварию как очевидный несчастный случай на стройке, а не как “аварию, связанную с СПГ”. Тем не менее, этот несчастный случай напомнил о том, что резервуары для любых углеводородов представляют собой потенциальную опасность и во избежание риска возгорания и/или удушья при нахождении в них следует строго соблюдать нормы и правила техники безопасности.

■ **Ков Пойнт, Мэриленд, октябрь 1979 года**

Произошел взрыв на электроподстанции приемного терминала в Ков-Пойнт. СПГ через негерметичную изоляцию кабелепровода насоса СПГ протек в кабелепровод, по кабелепроводу просочился на расстояние 200 футов и попал в подстанцию. Поскольку попадания природного газа в это здание предусмотрено не было, газосигнализаторы в нем установлены не были. Смесь природного газа с воздухом воспламенилась вследствие образования нормальной дуги во время размыкания нормально подключенных контактов цепи управления электродвигателем. В результате взрыва в здании погиб один оператор, второй получил тяжелые травмы, а также был причинен ущерб на сумму около 3-х миллионов долларов. Национальный Комитет Безопасности Перевозок США установил, что Терминал в Ков-Пойнт был запроектирован и построен по всем соответствующим нормам и правилам. В результате данной аварии в нормы проектирования по всей отрасли были внесены три серьезных изменения.

В результате уроков, извлеченных из этих трех аварий в совокупности с более чем 60-летним производственным опытом работы с СПГ в США, в строительстве и эксплуатации новых сооружений установлены надежные и эффективные своды практических правил. В отрасли СПГ прослеживается тенденция к строительству

all appropriate regulations and codes. As a result of this accident three major design code changes were implemented industry wide.

Lessons learned from these three incidents together with more than 60 years of operating experience handling LNG in USA have established robust and effective codes of practice in building and operating new facilities. The LNG industry is committed to build state-of-the-art LNG import terminals that are safe and environmentally sustainable. With the later point in mind modern designs for LNG regasification and storage facilities minimize discharge of process chemicals or other pollutants. Modern plants also strive to minimize air emissions and restrict noise and light pollution. Turbines to power the pumps and regasification process equipment are, where possible, of sizes that minimize environmental impacts.

■ **Accidents Upstream in the LNG Supply Chain: Skikda, Algeria 19 January 2004**

At 6:40 pm on January 19, 2004 a steam boiler exploded at a LNG liquefaction plant in the Sonatrach-operated Skikda, Algeria after it probably drew flammable vapors from a hydrocarbon refrigerant leak into its air intake. This triggered a secondary, more massive vapor cloud explosion destroying a large portion of the plant, including three LNG process trains. The incident killed 27 people, injured 74, and created an \$800 million loss. The fire and explosion caused material damage outside the plant's boundaries. None of the LNG storage tanks were damaged. Prior to this tragedy the plant had a good safety record and had operated for over 30 years without a significant incident. A lesson to be learnt here is about the need to constantly review and upgrade equipment and operating procedures in facilities as they age.

The incident began when a control room operator noticed rapidly rising pressure within a steam boiler. The operator attempted to correct the problem by reducing the flow of fuel to the boiler. Before this was possible, however, the boiler's pressure relief valve activated. Another operator near an adjacent LNG unit observed a vapor cloud forming near the boiler. And the leaking gas being drawn into the boiler by its air inlet fan. The gas then mixed with the right amount of air within the boiler's fire box and exploded. The boiler was located close enough to the gas leak area to ignite the vapor cloud and produce an explosion and fireball. It is believed that a pipe failed, releasing hydrocarbon gas that formed the vapor cloud. Contributing factors included the absence of wind to disperse the gas and ignition in a confined area.

The hydrocarbon refrigerant used in many liquefaction plants includes a mixture of propane and ethane (heavier than air and more easily ignited than LNG vapors) as well as methane and nitrogen. Propane as a constituent of liquefied petroleum gas (LPG) presents greater safety and handling risks than LNG and plants containing LPG storage tanks and handling facilities are subject to a specific set of regulations. It is important not to confuse the risks posed by LNG with those higher risks associated with LPG. Also the very high standards of

терминалов приема СПГ улучшенной конструкции, безопасных и устойчивых в экологическом отношении. С учетом этого последнего соображения, выбросы технологических химвеществ и других загрязняющих веществ в окружающую среду на объектах регазификации и хранения СПГ сведены к минимуму. Современные заводы также стремятся минимизировать воздушные выбросы и ограничить шумность и световое воздействие. Для снижения воздействия на окружающую среду, по мере возможности, турбины для привода насосов и технологического оборудования регазификации устанавливаются меньшей мощности.

Аварии, происшедшие в начале цепочки поставок СПГ: г Скикда, Алжир, 19 января 2004 года

19 января 2004 года, в 18:40 произошел взрыв парового котла на заводе СПГ в г Скикда, Алжир, оператором которого является компания "Сонатрак" (Sonatrach). Вероятная причина взрыва – попадание в воздухозаборник котла огнеопасных паров в результате утечки жидкого углеводородного холодильного агента. Это повлекло за собой вторичный, более сильный взрыв парового облака, разрушивший значительную часть завода, включая три технологические нитки производства СПГ. При аварии погибло 27 человек, 74 человека получили травмы, а убытки составили 800 миллионов долларов. В результате пожара и взрыва был причинен материальный ущерб объектам, расположенным за пределами территории завода. Ни один из резервуаров хранения СПГ поврежден не был. До этой трагедии завод имел репутацию безопасного производства и 30 лет работал без крупных аварий. Из этого следует сделать вывод, что по мере старения предприятий необходимо постоянно проводить проверки и модернизировать оборудование и производственные процедуры.

Авария началась, когда оператор в операторной заметил быстро возрастающее давление в паровом котле. Оператор попытался устранить проблему путем уменьшения расхода топлива, поступающего в котел. Однако прежде чем это удалось сделать, сработал предохранительный клапан сброса давления котла. Другой оператор, находящийся рядом с соседним блоком завода СПГ, заметил образующееся вблизи котла облако пара, а также то, что утекающий газ засасывается воздухозаборным вентилятором внутрь котла. Затем газ образовал в котле в соответствующей пропорции смесь с воздухом и взорвался. Котел был расположен достаточно близко к месту утечки газа, чтобы произошло воспламенение парового облака и последующий взрыв с огненным шаром. Полагают, что углеводородный газ, образовавший облако пара, вышел наружу через неисправную трубу. Способствующими факторами явились отсутствие ветра, из-за чего случилось скопление газа, а также его воспламенение в замкнутом пространстве.

safety recorded by commercial liquefaction plants since their inception in the 1960s testifies that events at Skikda are unprecedented and unlikely to occur in modern liquefaction plants with improved layouts with respect to control room locations and LPG handling facilities. The tragic accident has rightly heightened awareness of the hazards posed handling and storage of even relatively small quantities of LPG within LNG facilities. They have a higher potential to be the catalyst of ignition in spill incidents and associated fires may then go on to impact LNG containment and pipework.

References (for all three parts of this series)

Information for this three-part series of articles has been drawn from a number of sources. Factual information concerning the assessment of hazards and safety characteristics of LNG and description of LNG accidents and security threats are drawn from:

"An Overview of the LNG Industry for Fire Marshals and Emergency Responders"; Hildebrand and Noll Associates, 2005

"FERC: All about LNG"; <http://www.ferc.gov/industries/gas/indus-act/lng-what.asp>

"The Incident at the Skikda Plant: Description and Preliminary Conclusions"; LNG14, Session 1, 21 March 2004, Doha, Qatar.

"Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water"; Sandia National Laboratories Report No. SAND2004-6258, December 2004. Includes conclusions associated with terrorism scenarios without, for security reasons, disclosing the details of the scenarios leading to the most serious impacts.

"Fears grow for fleet of new LNG tankers after leaks are found"; 21 December 2005, The Guardian (www.business.guardian.co.uk) account of membrane tank leaks possible affecting up to 20 LNG carriers recently built."

About The Authors

David Wood is an international energy consultant specialising in the integration of technical, economic, risk and strategic information to aid portfolio evaluation and management decisions. He holds a PhD from Imperial College, London. He offers on a worldwide basis research, expert opinion and training concerning a wide range of energy related topics, including project contracts, economics, gas / LNG / GTL, portfolio and risk analysis from his base in Lincoln, UK. Please visit his web site www.dwasolutions.com or contact him by e-mail at woodda@compuserve.com

Saeid Mokhatab is a member of the editorial advisory board of ROGTEC magazine, Marbella, Spain. His interests include natural gas engineering, a particular emphasis on natural gas transportation, LNG, CNG and processing. He has participated as a senior consultant in several international gas-engineering projects, and has published many academic and industry oriented papers and books. He can be reached by email at saeid.mokhatab@rogtecmagazine.com

Применяемый на многих предприятиях холодильный агент включает в свой состав смесь пропана и этана (которая тяжелее воздуха и воспламеняется легче, чем пары СПГ), а также метан и азот. Пропан является составной частью сжиженного углеводородного газа (СУГ) и более опасен в обращении, чем СПГ. Поэтому на заводах, где имеются резервуары хранения СУГ и мощности, в которых он обращается, необходимо соблюдать особый перечень нормативных положений. Важно не путать риски, исходящие от СПГ, с более высокими рисками, связанными с СУГ. Кроме того, благодаря очень высоким нормам техники безопасности, принятым на промышленных предприятиях по сжижению газа с начала их появления в 60-е годы прошлого века, события, подобные аварии в г Скикда, являются беспрецедентными и маловероятными на современных заводах по сжижению газа, где применяется улучшенная компоновка в части размещения операторных и сооружений, содержащих СУГ. Трагическая авария должным образом повысила степень осторожности, которую следует соблюдать при обращении в оборудовании и хранении на территории комплексов СПГ даже относительно небольших количеств СУГ. Они представляют собой гораздо более серьезную опасность в качестве катализатора при авариях с проливом и последующими пожарами, которые затем ведут к эскалации аварии, а именно к нарушению герметичности оболочек оборудования и трубной обвязки, содержащих СПГ.

Использованная литература (для всех трех частей данной серии)

Информация для настоящей серии из трех статей взята из ряда источников. Фактическая информация относительно оценки опасностей и характеристики безопасности СПГ, а также описание аварий на предприятиях цепочки СПГ и угроз их безопасности получены из следующих источников:

“Обзор отрасли СПГ для начальников пожарной охраны и сотрудников аварийно-спасательных служб”, компания “Hildebrand and Noll Associates”, 2005 год.

“Федеральная Комиссия по Регулированию в Области Энергетики (FERC): Все об СПГ”, <http://www.ferc.gov/industries/gas/indus-act/lng-what.asp>

“Авария на заводе в Скикда: Описание и предварительные выводы”, СПГ14, Семинар 1, 21 марта 2004 года, г Доха, Катар.

“Руководство по анализу риска и последствий аварий при крупных разливах сжиженного природного газа (СПГ) на водной поверхности”, Отчет № SAND2004-6258 Национальной Лаборатории Сандия, декабрь 2004 г. Содержит заключения, связанные со сценариями террористических актов, без раскрытия (с целью безопасности) подробностей сценариев, ведущих к наиболее тяжким последствиям.

В статье под названием “Растущие опасения за будущее новых танкеров СПГ после обнаружения утечек”, 21 декабря 2005 года, “Гардиан” (www.business.guardian.co.uk) описывает утечку из мембранного резервуара, которая может повториться более чем у 20 недавно построенных судов для перевозки СПГ.

Об авторах

Дэвид Вуд (David Wood) – международный консультант по энергетике, специализирующийся на анализе технических вопросов в сочетании с аспектами экономики и риска, а также стратегической информации для содействия при комплексной оценке портфеля активов и принятии управленческих решений. Имеет степень кандидата наук Лондонского Имперского Колледжа. Предлагает услуги в области глобальных базисных исследований, подготовки экспертных заключений и обучения по широкому спектру проблем, тематически связанных с энергетикой, в том числе заключение договоров на реализацию проектов, экономический анализ, анализ рисков объектов газовой промышленности, СПГ и GTL (жидкого топлива, получаемого из газа). Постоянно работает в г Линкольн, Соединенное Королевство. Имеет сайт в Интернете по адресу www.dwasolutions.com и контактный адрес электронной почты woodda@compuserve.com.

Саэд Мохатаб (Saeid Mokhatab) является членом редакционного консультационного совета журнала “ROGTEC” в г Марбелла, Испания. В сферу его интересов входят проектно-конструкторские разработки объектов газовой промышленности, и в частности, транспортировка и переработка сжиженного и сжатого природного газа. В качестве старшего консультанта принимал участие в реализации нескольких международных газотехнических проектов, автор многих опубликованных научных и специализированных отраслевых статей и книг. Контактный адрес электронной почты: saeid.mokhatab@rogtecmagazine.com

Madrid welcomes the 19th World Petroleum Congress



**A World in Transition:
Delivering Energy for Sustainable Growth**

June 29 to July 3, 2008

www.19wpc.com



19TH WORLD PETROLEUM CONGRESS

Host Sponsors



Gold Sponsors



Silver Sponsors & Official Partners

ABENGOA BIOENERGIA



BNP PARIBAS

Official bank



Deloitte.
Official auditor and
business consultant



PRICEWATERHOUSECOOPERS



Bronze Sponsors

accenture
High performance. Delivered.



AENOR



GRACE

Grace Davison Refining Technologies

Schlumberger

