

И.А. Бобков, Р.А. Шестаков

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва

ВЫНОСНОЕ СООРУЖЕНИЕ НАЛИВА СПГ

В данной статье рассмотрены типовые конструкции выносных сооружений налива (ВСН) сжиженного природного газа (СПГ). Детально проанализированы недостатки и преимущества ВСН, приведен сравнительный анализ со стационарными причалами и ВСН для нефти и нефтепродуктов. Дана поверхностная оценка экономической эффективности выносных сооружений налива СПГ.

Ключевые слова: выносных сооружений налива, сжиженного природного газа ВСН; СПГ; среднетонажный; причальное сооружение.

I.A. Bobkov, R.A. Shestakov

National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow

THE EXTERNAL CONSTRUCTION OF THE LNG LOADING

This article discusses the typical design of the external construction of the liquefied natural gas (LNG) loading. The disadvantages and advantages of the external construction of the LNG loading are analyzed in detail, and a comparative analysis with stationary berths and the external construction for oil. A superficial assessment of the economic efficiency the external construction of the LNG loading is given.

Keywords: the external construction; LNG; medium-tonnage; berthing facility.

Введение. В последнее время все активнее развивается индустрия сжиженного природного газа (СПГ). Всю отрасль можно разделить на крупнотоннажное производство, цель которого – сжижение и поставка природного газа для потребления мировыми рынками [1], и среднее- и малотоннажное производство, нацеленные на межрегиональную торговлю и удовлетворение спроса на внутреннем рынке как топливок для удаленных районов или альтернативного моторного топлива [2].

В России первый крупнотоннажный завод СПГ был построен и введен в эксплуатацию на острове Сахалин в феврале 2009 года. Данный завод имеет проектную мощность 9,6 млн.т на ресурсной базе Лунского месторождения. Одним из следующих воплощённых проектов стал завод Ямал СПГ на базе Южно-Тамбейского месторождения. К числу среднетоннажных реализованных производств можно отнести проект Высоцк СПГ, Комплекс СПГ КС «Портовая» [3].

Инфраструктура для отгрузки СПГ на экспорт с вышеперечисленных заводов осуществляется за счет сооружения отгрузочного комплекса, расположенного на отдалении от берега, который соединяется со всеми береговыми сооружениями с помощью эстакад и переходных мостов.

Отгрузочный комплекс зарекомендовал себя как безопасное и надежное решение для отгрузки СПГ. Однако, длина эстакад может варьироваться от десятков метров до сотен метров.

Строительство такого стационарного комплекса обусловлена рядом требований к местности и трудностями при реализации проекта, сильно увеличивающие капиталовложения.

Альтернативным решением для отгрузки СПГ является использование выносного причального сооружения.

Примеров в мире по отгрузке СПГ на танкер таким способом нет, что делает актуальным более подробное изучение типов и видов конструкций выносных сооружений налива (ВСН) с целью применения для СПГ промышленности [4].

Типовые конструкции выносных сооружений налива. Для реализации сравнительно небольших, малотоннажных проектов в затрудненных условиях строительства обычных классических стационарных причальных сооружений сложно и экономически нецелесообразно, на глубинах 50-60 метров, возможно возведение морских выносных сооружений налива, которые являются передаточным элементом между эксплуатационной платформой, хранилищем и танкером.

Как правило, ВСН соединяются подводными или плавучими трубопроводами с морскими или береговыми хранилищами. Существует ряд конструкций морских выносных сооружений налива для разнообразных погодных условий и глубин моря.

Свою востребованность ВСН могут объяснить рядом бесспорных преимуществ при их применении, такие как:

- сниженные требования к инфраструктуре порта;
- минимальный объём земляных работ;
- сравнительно невысокая стоимость сооружения;
- минимальные сроки строительства и простой ввод в эксплуатацию;
- минимальные затраты труда;
- минимум технического обслуживания и контроля;
- продолжительный срок службы (25 лет и более) [4].

Рассмотрение типовых конструкций ВСН можно сделать на примере решений для отгрузки нефти и нефтепродуктов, так как решений для отгрузки СПГ на практике не существует.

Из них можно выделить следующие типы:

- Выносные точечные причалы с анкерным креплением (Catenary Anchor Leg Mooring - CALM);
- Стационарно или шарнирно закрепленные устройства башенного типа (Fixed and Monopile Towers);
- Турельные швартовые терминалы [5].

Из-за ограниченности опыта реализации таких проектов в сфере СПГ возникает ряд технических проблем, которые требуют первоочередного решения.

К подобным проблемам в первую очередь стоит отнести следующее:

- строительство подводных трубопроводов способных транспортировать криогенные продукты такие как СПГ и сжиженные углеводородные газы (СУГ);

- создание поворотных вертлюгов для соединения с отгрузочной стрелой точечного причала, способных передавать криогенные жидкости;

- разработка гибких шлангов большого сечения и комплекта разъемных соединений для подключения и отгрузки криогенных жидкостей на танкер-газовоз;

- разработка устройства-манифольда на танкере-газовозе для приема криогенных жидкостей через нос судна.

- Выбор типа криогенного выносного сооружения налива определяется в первую очередь суровостью окружающих климатических условий и место использования. В зависимости от этого возможны следующий конфигурации ВСН:

- криогенное выносное сооружение налива с использованием временной швартовки в суровых климатических условиях. Швартовка может осуществляться за счет буксировочного каната во время загрузки/разгрузки;

- криогенное выносное сооружение налива для постоянной швартовки с использованием системы мягкого троса, при этом газовоз превращается в плавучую единицу хранения. Погрузо-разгрузочные работы осуществляются по стандартной системе транспортировки и отгрузки СПГ борт о борт с газовоза. Это решение не требует переделки торговых судов-газовозов;

- криогенное выносное сооружение налива, соединенное с промежуточными плавучими или подводными СПГ хранилища [6].

Сравнение экономических затрат на строительство. В первую очередь при реализации любого проекта следует определить его экономическую эффективность по сравнению с имеющимися решениями. В первую очередь стоит сравнивать затраты на строительство со стационарными причалами, которые используются на всех нынешних крупных СПГ заводах.

Из-за ряда технологических проблем, описанных выше, и отсутствия примеров ВСН для СПГ стоит рассмотреть экономические затраты на строительство выносных сооружений налива из смежной отрасли нефтеотгрузки.

Строительство стационарного причала требует проведения следующих капиталоемких операций:

1. Выполнение дноуглубительных работ для прокладки фарватера, а также поддержание глубины всего порта на протяжении всего срока его эксплуатации;

2. Создание операционной акватории (углубление на территории порта для кораблей с большой осадкой);

3. Строительство оградительных сооружений (волнозащитные молы);

4. Формирование проходного канала;

5. Возведение эстакад и причальной стенки [5].

Все перечисленные операции в разы увеличивают стоимость строительства стационарного причала. При строительстве ВСН такие работы

не требуются. Из этого можно сделать вывод, что криогенное выносное сооружение налива может обеспечить более экономичный экспорт и импорт СПГ, в первую очередь, если речь идет о малых и среднетонажных проектах.

Наиболее затратными этапами строительства ВСН станут: прокладка криогенного трубопровода по дну моря до места отгрузки, а также строительство самого выносного причала.

Вывод

Таким образом, выносное криогенное сооружение налива может стать экономически выгодным средством для отгрузки СПГ для малых и средне тоннажных производств.

Данный вариант обладает рядом преимуществ перед береговым причалом, которые в совокупности дают хорошую альтернативу существующим решениям отгрузки. ВСН даёт возможность отказаться от строительства полноценной портовой инфраструктуры и освобождает со всеми сопутствующими тратами, например: проведение дноуглубительных работ, а так же поддержание необходимой глубины. Возможна реализация в любых погодных условиях и климатических зонах. Более того, срок сооружения значительно снижается за счет осуществления в условиях судостроительной верфи.

Минусом данной установки является новизна и отсутствие примера реализованных проектов по отгрузке СПГ.

Список литературы

1. Дауди Д.И., Рожнятовский Г.И., Нуржиц С.И. и др. Традиционная углеводородная энергетика в рамках устойчивого развития // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2020. – № 5 (101). – С. 94-101.

2. Комаров Д.Н., Шестаков Р.А. Анализ обеспечения промышленной безопасности в условиях применения альтернативных источников моторного топлива // В сборнике: Материалы конференций ГНИИ "Нацразвитие". Май 2018 Сборник избранных статей Всероссийской научно-практической конференции. – 2018. – С. 57-62.

3. Российские производства по сжижению природного газа -Техническая библиотека Neftegaz.RU [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/spg/500005-rossiyskie-proizvodstva-po-szhizheniyu-prirodnogo-gaza/> (дата обращения 11.08.2020).

4. Домпелинг Й. и др. Криогенный выносной причал отгрузки СПГ. Экономически эффективная альтернатива терминалам для импорта СПГ //Газовая промышленность. – 2019. – №. 3. – С. 36-42.

5. ГОСТ Р ИСО 28460-2018 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения и оборудование для сжиженного природного газа. Порядок взаимодействия судно-берег и портовые операции [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200158852> (дата обращения 10.08.2020).

6. Богатырева Е. В. Анализ систем и технических средств транспорта углеводородов с морских месторождений //Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2010. – №. 3. – С. 26-30.

Сведения об авторах

Шестаков Роман Алексеевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры нефтепродуктообеспечения и газоснабжения, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, e-mail: shestakov.r@gubkin.ru

Бобков Иван Александрович – студент РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, e-mail: bobkov.ivan.rsu@gmail.com

About the authors

Shestakov Roman Alexeevich – Candidate of technical Sciences, senior lecturer of the of petroleum products and gas supply department National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow, e-mail: shestakov.r@gubkin.ru

Bobkov Ivan Aleksandrovich – Student of National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow, e-mail: bobkov.ivan.rsu@gmail.com