

ПРИЧАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАПРАВКИ СУДОВ СЖИЖЕННЫМ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ

MOORING FACILITIES FOR REFUELING OF VESSELS LIQUEFIED NATURAL GAS

Ресурс судового дизеля увеличивается, а эксплуатационные затраты уменьшаются при использовании в качестве моторного топлива природного газа. Практическое применение этого экологически чистого топлива затруднено отсутствием в настоящее время инфраструктуры для заправки судов природным газом. В статье представлены современная тенденция развития системы поставки и возможные технические решения заправки судов сжиженным природным газом (СПГ). Последнее предполагает максимальное использование отечественного оборудования, серийно выпускаемого для заправки автотранспорта. Приведены основные характеристики автогазозаправщиков. Рассмотрены типы конструкции набережной для различных гидрогеологических условий площадки в пунктах строительства причалов. Выполнена оценка размеров причального фронта, стоечного судна и стационарного причала в зависимости от длины расчетного судна. Показана зависимость удельных капиталовложений в строительство причальных устройств от технологии заправки и конструкции набережной.

Resource marine diesel engine is increased, and operational costs are reduced when used as a motor fuel, natural gas. The practical application of this environmentally friendly fuel is hampered by the current lack of infrastructure for refueling ships natural gas. The article presents the current trend of the development of the delivery system and the possible technical solutions supplying vessels with liquefied natural gas (LNG). The latter involves the maximum use of domestic equipment, serially produced for the refueling of vehicles. The main characteristics of car gas tankers. Considered the types of construction of the embankment for different hydrogeological conditions of the site in paragraphs construction of berths. To estimate the size berth, rack-mount vessel and a stationary mooring depending on the estimated length of the vessel. Shows the dependence of the specific investment in the construction of the mooring device technology, filling and construction of the embankment.

Ключевые слова: дизель, судно, сжиженный природный газ, заправка.
Key words: diesel engine, ship, liquefied natural gas, refueling.



СОВРЕМЕННОЕ развитие системы поставок СПГ предполагает его реэкспорт из существующих крупных терминалов и использование судов-бункеровщиков СПГ [1], [4], [7]. На рис. 1 представлены варианты системы поставки СПГ для судов-газоходов.

Сейчас для бункеровки СПГ газоход выводится из эксплуатации и в специально выделенное время направляется к газовому терминалу. В перспективе бункеровка СПГ судна-газохода должна быть организована аналогично схеме заправки судна нефтяным топливом. Для этого предстоит создать суда-бункеровщики СПГ и местные береговые хранилища СПГ с функцией заправочных станций, что необходимо и для судов-газоходов внутреннего плавания [8–10]. Примером могут служить проекты создания вдоль Рейна заправочных станций СПГ для судов-газоходов [12]. Технические условия на перекачку СПГ с берега на судно, с автогазозаправщика на судно и с судна на судно разрабатывает ISO [2].

Отечественными исследованиями установлено, что оптимальным вариантом причального сооружения стационарного причала является сплошная вертикальная набережная. Другие сооружения в виде отдельно стоящих причальных бычков и пал с устройством крепления откосов на набережной или вертикальной причальной набережной уменьшенной длины в сочетании с палами и устройством берегоукрепления имеют непродолжительный срок службы бычков и пал, значительные затраты по их капитальному ремонту [3].

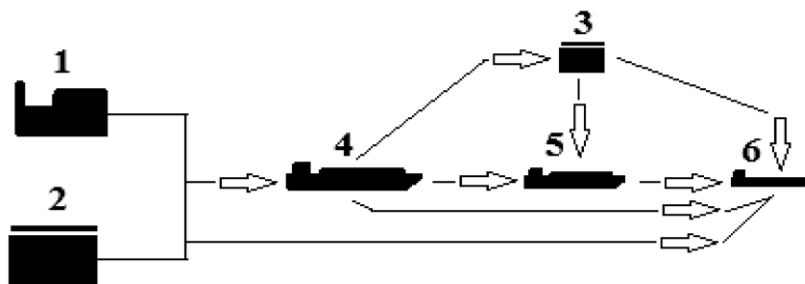


Рис. 1. Варианты снабжения судов-газоходов СПГ: 1 — завод по производству СПГ; 2 — терминал по приему и выдаче СПГ; 3 — местное хранилище СПГ; 4 — танкер-перевозчик СПГ; 5 — судно-бункеровщик СПГ; 6 — судно-газоход на СПГ

Тип конструкции набережной определяется гидрогеологическими условиями площадок в пунктах строительства причалов. Так, для песчаных, суглинистых грунтов, мягких глин и грунтов, позволяющих производить погружение железобетонных шпунтов и свай, применим бо́льверк из заанкерowanego железобетонного шпунта. Для твердых глин и плотных грунтов, не позволяющих производить погружение железобетонных шпунтов и свай, применим бо́льверк из заанкерowanego металлического шпунта. Для мергелей, твердых глин, песчаников, известняков, скальных пород и грунтов, не позволяющих погружение шпунтов и свай, применимы гравитационные набережные из колодцев-оболочек большого диаметра, собираемые с помощью кондуктора из плоских сборных железобетонных плит.

Стационарные причалы заправки судов СПГ включают два технических решения [6]:

- заправка от автогазозаправщика (рис. 2а), например, ЦТМ-8/0,25 или ЦТМ-25/0,8 (табл. 1) [11];
- заправка от береговой базы хранения (рис. 2б), размещенной в тыловой части причала.

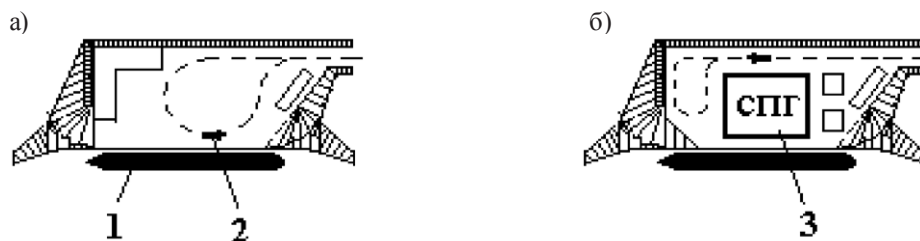


Рис. 2. Схемы заправки судов СПГ: а — от передвижного автогазозаправщика (2); б — от береговой базы хранения СПГ (3); 1 — судно-газоход

Таблица 1

Автогазозаправщики	ЦТМ-8/0,25	ЦТМ-25/0,6
Показатели		
Автомобиль-тягач	КрАЗ-250	КрАЗ-260В
Полуприцеп	-	ЧМЗАП-93861
Вместимость цистерны, м ³	7,38	27,8
Номинальное давление СПГ, МПа	0,25	0,6
Номинальная температура СПГ, К	108	
Максимальная масса перевозимого СПГ не менее, кг	2640	11200

Таблица 1
(Окончание)

Тип изоляции	Вакуумнопорошковая	экранный вакуумная
Расчетные потери СПГ, кг/ч (% в сутки) при: стационарном хранении транспортировке	0,9 (0,82) 2,7 (2,45)	0,83 (0,18) 2,5 (0,55)
Расчетное время бездренажного хранения полностью заправленной цистерны не менее суток при: стационарном хранении транспортировке	9,2 10,2	15 15

Постоянное изменение цен на материалы и оплату труда делает важным оценку динамики изменения затрат по сооружению причальных устройств для заправки судов СПГ. Удельные капиталовложения определяются отношением общих капиталовложений в строительство каждого причала к длине причала (причального фронта). Длина причальной набережной может составить 65–85 %, а причального фронта 110–120% от длины расчетного судна. Ширина акватории причала может соответствовать 3-кратной ширине расчетного судна.

При одинаковой высоте причальной набережной и длине причала максимальные удельные капиталовложения будут при использовании колодцев-оболочек, а минимальные — металлического шпунта (табл. 2). При одинаковой высоте причальной набережной с увеличением длины причала разница в удельных капиталовложениях существенно сокращается, поскольку в сметную стоимость строительства причалов включают затраты на выполнение подготовительных работ, доля которых будет сокращаться с увеличением длины причала [5].

Таблица 2

Технология заправки	Длина причала/ высота причальной набережной, м	Изменение удельных капиталовложений, %		
		Тип конструкции набережной		
		Металлический шпунт	Железобетонный шпунт	Колодцы- оболочки
Заправка от автогазозаправщика	58/10	100	112,9	161,4
	154/10	46,6	54,5	84,3
Заправка от береговой базы хранения, размещаемой в тыловой части причала	58/10	182,2	194,1	243,6
	154/10	80,6	88,4	119,4

Переход от непосредственной заправки автогазозаправщиком к заправке от хранилища газа на территории причала повысит стоимость устройства газозаправки. При равной длине причала и высоте причальной набережной доля затрат на выполнение подготовительных работ площадки строительства, образование акватории и территории причала, строительство объектов основного производственного назначения, включая строительство гидротехнических сооружений и устройств газозаправки, других объектов подсобного и вспомогательного назначения окажется выше, соответственно, повысится стоимость строительства причала. При этом характер изменения удельных капиталовложений при изменении длины причала сохранится.

Список литературы

1. Безопасное обращение с криогенными средами. Стандарт Австралии 1894 – 1976.
2. ISO 28460:2010. Нефтяная и газовая промышленность. Установки и оборудование для сжиженного природного газа. Взаимодействия судно-берег и операции в порту.
3. Нормы технологического проектирования портов на внутренних водных путях. Минтранс России. — М.: Гипроречтранс, 1997.
4. Производство, хранение и транспортировка сжиженного природного газа. Американский национальный стандарт ANSI/NFPA 59A. — США, 1985, 101 с.
5. РСФСР МРФ. Сборник нормативных показателей удельных капитальных вложений и эффективности капитальных вложений по отрасли «Речной транспорт». — М.: Гипроречтранс, 1989. — 53 с.
6. Техничко-экономическое обоснование применения газового топлива (сжиженного и сжатого газа) в отрасли речного транспорта РСФСР. — СПб.: СПГУВК, 1990.
7. ТУ 51-03-03-85. Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания. — М.: ВНИИГАЗ, 1985.
8. Хлюпин Л. А. Автономность газохода / Л. А. Хлюпин // Исследование, проектирование и эксплуатация судовых ДВС: тр. СПГУВК. — СПб.: СПГУВК, 2008 — 415 с.
9. Хлюпин Л. А. Оценка безопасности использования природного газа на судах. / Л. А. Хлюпин // Материалы Международной НПК «Водный транспорт России: инновационный путь развития» 6–7 октября 2010 года.— Т. 2. — СПб.: СПГУВК, 2011 — С. 329–333.
10. Хлюпин Л. А. Природный газ на речном транспорте / Л. А. Хлюпин // Газовая промышленность. — 1992. — № 11. — С. 28–30.
11. Чириков К. Ю. Использование сжиженного природного газа на транспорте. / К. Ю. Чириков // Обз.-информ. серия «Криогенное и вакуумное оборудование», ХМ-6. — М.: Изд. ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1987. — 56 с.
12. Shell Launches LNG-Powered Barge on Rhine. [Electronic resource]/NGV Global News.- 20.03.2013.-Mode of access: <http://www.ngvglobal.com>