

Для цитирования

Ясашин В.А., Лебедева Д.Д. Актуальные вопросы совершенствования документов по стандартизации на всех этапах жизненного цикла СПГ / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 109–114.

УДК 006.05

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОКУМЕНТОВ ПО
СТАНДАРТИЗАЦИИ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СПГ**

Ясашин В.А., профессор, д-р техн. наук, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва
Лебедева Д.Д., инженер, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Москва

Быстрое развитие СПГ-отрасли, появление новых технологий (в частности, в сегменте малотоннажного производства и плавучих терминалов), а также ужесточение различных требований обуславливают необходимость постоянного обновления и пополнения существующей базы стандартов. В статье представлен комплексный анализ жизненного цикла природного газа. Особое внимание уделено сравнительному анализу российских и зарубежных документов по стандартизации для всех этапов обращения СПГ: производства, хранения, транспортировки и регазификации. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о существенном отставании и недостаточной проработанности базы отечественных стандартов по природному газу, и в особенности СПГ.

Ключевые слова: природный газ, сжиженный природный газ (СПГ), жизненный цикл, качество, стандарт.

**CURRENT ISSUES OF IMPROVING STANDARDIZATION DOCUMENTS AT ALL STAGES OF
THE LNG LIFE CYCLE**

Yasashin V.A., Doctor of Technical Sciences, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow

Lebedeva D.D., Engineer, National University of Oil and Gas "Gubkin University", Moscow

The rapid development of the LNG industry, the emergence of new technologies (particularly in the segment of small-scale production and floating terminals), and the tightening of various requirements necessitate the constant updating and expansion of the existing standards database. This article provides a comprehensive analysis of the natural gas lifecycle, from field production to liquefied natural gas (LNG) production. Special attention is given to a comparative analysis of Russian and foreign standardization documents for all stages of LNG circulation: production, storage, transportation, and regasification. The results of the analysis indicate a significant lag and insufficient development of the domestic standards for natural gas and, in particular, LNG.

Keywords: natural gas, liquefied natural gas (LNG), life cycle, quality, standard.

Топливо-энергетические ресурсы, углеводородное сырье по-прежнему играют лидирующую роль в мировом энергетическом балансе. Их грамотное использование является одним из основных приоритетов развития российской экономики [1].

В последнее время огромное внимание уделяется природному газу. Это обусловлено тем, что природный газ характеризуется технологичностью газохимической переработки и экологичностью. К тому же природный газ обладает определенными преимуществами по сравнению с другими видами ископаемого топлива. Природный газ генерирует меньше CO₂ при том же количестве вырабатываемой для снабжения энергии, чем уголь или нефть.

Одним из основных современных способов качественного использования природного газа является его преобразование в сжиженный природный газ (СПГ).

Сжиженный природный газ – это криогенная жидкая многокомпонентная смесь легких углеводородов, основу которой составляет метан – CH_4 . К особенностям сжиженного природного газа можно отнести то, что это бесцветная жидкость, которая не имеет запаха, его плотность в два раза меньше плотности воды.

Качественные характеристики СПГ регламентированы ГОСТ Р 57431–2017 (ИСО 16903:2015) «Газ природный сжиженный. Общие характеристики» (табл. 1) [2].

Таблица 1

Газ природный сжиженный. Общие характеристики

Свойства при температуре кипения при нормальном давлении	СПГ1	СПГ2	СПГ3
Молярная доля, %:			
N_2	0,13	1,79	0,36
CH_4	99,8	93,90	87,20
C_2H_6	0,07	3,26	8,61
C_3H_8	-	0,69	2,74
изо- C_4H_{10}	-	0,12	0,42
н- C_4H_{10}	-	0,15	0,65
C_5H_{12}	-	0,09	0,02
Молекулярная масса, кг/моль	16,07	17,07	18,52
Температура кипения, °C	-161,9	-166,5	-161,3
Плотность, кг/м ³	422	448,8	468,7
Объем газа, получаемый из 1 м ³ СПГ при 0 °C и 101,35 кПа, м ³ /м ³	588	590	568
Объем газа, получаемый из 1 т СПГ при 0,0 °C и 101,325 кПа, м ³ /103 кг	1392	1314	1211
Массовая скрытая теплота парообразования, КДж/кг	525,6	679,5	675,5
Высшая теплота сгорания, МДж/м ³	37,75	38,76	42,59

В основе мировой индустрии сжиженного природного газа лежит производственно-сбытовая цепь, схема которой представлена на рис. 1.

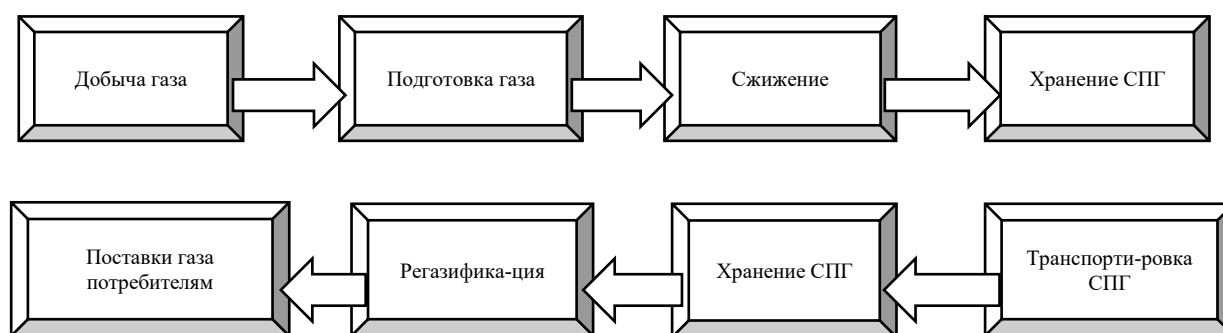


Рис. 1. Схема производственно-сбытовой цепи СПГ

Ключевая роль в производственно-сбытовой цепи СПГ принадлежит производству сжиженного газа. Комплекс производства СПГ, объединяющий малотоннажные, средне- и крупнотоннажные установки, не является универсальным. Технологические схемы производства СПГ в огромной мере зависят от качественных характеристик природного газа как сырья: состав, степень очистки (содержание полезных и вредных примесей) и т. д. В зависимости от этого комплексы оборудования различных технологических схем сжижения природного газа могут существенно отличаться.

Одним из самых эффективных циклов получения СПГ является цикл с использованием детандер-компрессорного агрегата [3]. Такая схема установки сжижения используется на газораспределительной станции № 4 в Екатеринбурге (рис. 2).

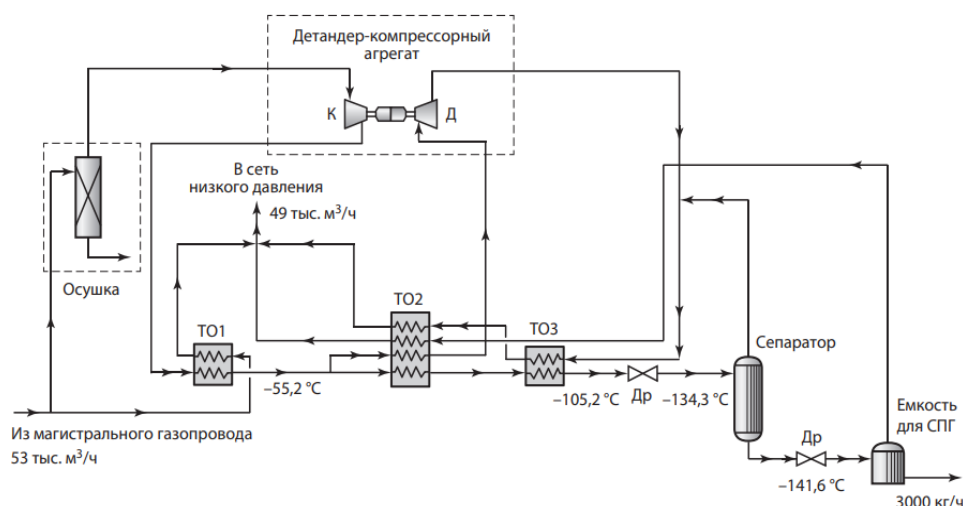


Рис. 2. Технологическая схема установки сжижения на ГРС-4 в г. Екатеринбурге:
 ТО1-ТО3 – теплообменники; Др – дроссель; К – компрессор; Д – детандер

На сегодняшний день база нормативной документации на производство СПГ может быть представлена следующим перечнем отечественных и зарубежных стандартов (табл. 2).

Таблица 2

Документы по стандартизации, охватывающие производство СПГ

Зарубежные документы по стандартизации	Отечественные документы по стандартизации
ALPEMA	ГОСТ Р 56352–2015
CSA B52	ГОСТ Р ИСО 15547-1–2009
EN 809	ГОСТ Р 55892–2013
EN ISO 13709	ГОСТ Р 72092–2025
ISO 28921	СТО Газпром 2-3.5-748–2013
NFPA 37	СТО ИНТИ S.60.6
NFPA 59A-6.2	
NFPA 59A-9	
API 617	
ISO 10439-1:2015	

Важно отметить, что большинство из представленных отечественных документов по стандартизации рассматривают конструкцию оборудования для производства СПГ лишь с точки зрения безопасности, не затрагивая конкретных технических требований, не устанавливая методы испытаний и контроля качественных характеристик данного оборудования.

Хранение

Сжиженный природный газ хранят в кипящем состоянии в теплоизолированных резервуарах большой вместимости. Любой приток тепла извне вызывает испарение части СПГ и переход в газовую фазу. Испарившийся при этом газ называют отпарным газом [4].

Нормативная и техническая документация в области хранения СПГ представлена в табл. 3.

Таблица 3

Документы по стандартизации в области хранения СПГ

Зарубежные документы по стандартизации	Отечественные документы по стандартизации
ASME-VIII	ГОСТ Р 56352–2015
ASME B 31.5	ГОСТ Р 58027–2017
EN 14620	ГОСТ Р 58031-2017/EN 14620-2:2006
EN 1473-6	ГОСТ Р 58028-2017/EN 14620-3:2006
EN 1473-7	ГОСТ Р 58029-2017/EN 14620-4:2006
EN 1473-9	ГОСТ Р 58030-2017/EN 14620-5:2006
EN ISO 13709	СП 495.1325800.2020
ISO 18132-2	
ISO 28300	
ISO 28921	
KS B 6941	
NFPA 59A-6.4	
NFPA 59A-7	
NFPA 59A-9	

Анализ базы стандартов, относящихся к этапу хранения СПГ, показал явное отставание отечественных стандартов от зарубежных. К тому же большинство представленных отечественных стандартов базируется на зарубежных, что говорит о копировании отдельных положений зарубежных стандартов и, как следствие, об отсутствии проработанных и самостоятельных национальных требований к проектированию и строительству криогенных резервуаров.

Транспортировка

Основным способом доставки СПГ на международные рынки являются специализированные морские газовозы, оснащенные уникальными изотермическими резервуарами, которые поддерживают криогенную температуру на протяжении всего рейса. Для логистики на суше используются криогенные автоцистерны и железнодорожные цистерны, которые доставляют СПГ конечным потребителям. Ключевая задача при любой транспортировке – доставка в срок без потери качества и количества транспортируемого продукта. Для СПГ это обеспечивается безопасностью поддержания низкой температуры и целостностью резервуаров-танков контейнеров.

Зарубежные и отечественные стандарты по транспортировке представлены в табл. 4.

Таблица 4

Документы по стандартизации в области транспортировки СПГ

Зарубежные документы по стандартизации	Отечественные документы по стандартизации
EN 1474	ГОСТ Р 56851–2016
EN 809	СТО Газпром 2-3.7-509–2010
EN ISO 13709	ГОСТ 21561–2017
ISO 10439	ГОСТ Р 59021–2020
ISO 16904	
ISO 28460	
ISO 28921	
ISO/DIS 18139	
ISO/TR 17177	
ISO/TS 16901	
ISO/TS 18683	
NFPA 59A-11	
NFPA 59A-9	

Отечественные документы по стандартизации в основном рассматривают транспортировку с точки зрения безопасности, но не обеспечивают достаточной технической детализации, необходимой для проектирования, строительства и эксплуатации современных объектов транспортировки СПГ. Это вынуждает отрасль полагаться на международные стандарты, что, в свою очередь, создает риски при импортозамещении и локализации технологий при производстве.

Регазификация

Регазификация является конечным звеном в жизненном цикле СПГ. Суть процесса сводится к тому, что СПГ переводят в газообразное состояние путем нагрева [4].

Таблица 5

Документы по стандартизации в области регазификации СПГ

Зарубежные документы по стандартизации	Отечественные документы по стандартизации
NFPA 59A-8	ГОСТ Р 56400–2015
NFPA 59A-9	СТО Газпром 2-3.7-509–2010
NFPA 59A-11	
EN 1473-9	
EN 1473-10	
EN 1474	
ISO/TS 16901	
ISO 16904	
ISO/TR 17177	
ISO/DIS 18139	
ISO 28460	
ISO 28921	
ASME B 31.5	
ASME B 31.8	

При анализе документов по стандартизации, касающихся этапа регазификации СПГ (табл. 5), наблюдается существенное отставание национальной стандартизации в этой области. Среди российских разработок представлены только два стандарта, один из которых является стандартом организации, т.е. обладает более низким статусом, чем национальный стандарт, в то время как зарубежные стандарты представлены в необходимом количестве, охватывая при этом все ступени регазификации.

Таким образом, проанализировав существующие на сегодняшний день стандарты, можно сделать вывод, что база нормативной и технической документации недостаточна, а следовательно, не способна обеспечить эффективное производство всего комплекса оборудования и средств, которые используются на всех этапах жизненного цикла СПГ.

Развитие газовой индустрии – индустрии СПГ в России – невозможно без создания системы взаимоувязанных нормативов, начиная от общих требований к отрасли в целом, включая качество подготовки природного газа, как сырья, технико-технологические нормы производства СПГ и заканчивая требованиями к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации отдельных видов специализированного оборудования СПГ [5].

Список литературы

1. Федорова Е.Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2011. – 159 с.
2. ГОСТ Р 57431-2017 (ИСО 16903:2015) Газ природный сжиженный. Общие характеристики. – М., 2019. – 12 с.
3. Ясашин В.А., Лебедева Д.Д. Анализ качественных характеристик турбодетандера в производственном цикле сжиженного природного газа // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2024. № 5(143). С. 11–17.

4. Ясашин В.А., Приставка В.Д., Габдуллова Р.Р. Анализ документов по стандартизации жизненного цикла природного газа от скважины до сжиженного природного газа. – 2022. – № 2(128) – С. 29–37. – DOI: 10.33285/1999-6934-2022-2(128)-29-37.
5. Федорова Е.Б. Комплексное научно-технологическое обоснование производства сжиженного природного газа: дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.07. – М., 2019. – 360 с.

References

1. Fedorova E.B. Sovremennoe sostoyanie i razvitie mirovoy in dustrii szhizhennogo prirodnogo gaza: tekhnologii i oborudovaniye. – M.: RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 2011. – 159 p.
2. GOST R 57431–2017 (ISO 16903:2015) Liquefied Natural Gas. General Characteristics. – Moscow, 2019. – 12 p.
3. Yasashin V.A., Lebedeva D.D. Analysis of the turbo expander qualitative characteristics in the production cycle of liquefied natural gas // Equipment and technologies for oil and gas complex. 2024;(5(143)): 11–17.
4. Yasashin V.A., Pristavka V.D., Gabdullova R.R. Analysis of documents on standardization of the life cycle of natural gas from wells to liquefied natural gas // Equipment and technologies for oil and gas complex. 2022; (2(128)):29–37. – DOI: 10.33285/1999 6934-2022-2(128)-29-37.
5. Fedorova E.B. Kompleksnoe nauchno-tekhnologicheskoe obosnovanie proizvodstva szhizhennogo prirodnogo gaza: dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.17.07. – M., 2019. – 360 p.