

ПОТЕРИ СУГ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ГНС И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Г. А. АЛЕСКЕРОВ, Дж. С. РУСТАМЗАДЕ

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
Баку, Азербайджан

Аннотация. В конференционном материале под названием «Потери СУГ при эксплуатации на ГНС и загрязнение экосистемы» рассматривается одна из актуальных проблем современности – потери СУГ (сжиженных углеводородных газов) при эксплуатации ГНС (газо-наполнительных станциях) приводящие к загрязнению экосистемы, а также вопросы предотвращения данного загрязнения

В работе уделено внимание хранению СУГ на ГНС, их заполнению и опорожнению в логистические транспортные средства, транспортировке, возникающим при этом потерям, а также исследованию, расчету и оценке возможного ущерба экосистеме.

В конференционном материале исследованы и рассчитаны потери, происходящие при выполнении различных технологических операций с СУГ на ГНС, при заполнении и опорожнении логистических транспортных средств, а также через регулирующую, предохранительную и запорную арматуру, установленную на технологической системе. Кроме того, были проанализированы и рассчитаны потери, возникающие при диагностике резервуаров работающей под давлением.

В работе проведены расчеты потерь, происходящих в отдельных процессах, и определена их суммарная величина.

Ключевые слова: СУГ, компрессор, насос, экосистема, предохранительный клапан, диагностика, логистика, транспортировка, резервуар.

Введение. В Азербайджане, как и во всем мире, широко используются различные виды газа – СПГ (сжиженный природный газ), КСГ (компримированный природный газ), СУГ (сжиженные углеводородные газы) и СНГ (синтетический природный газ).

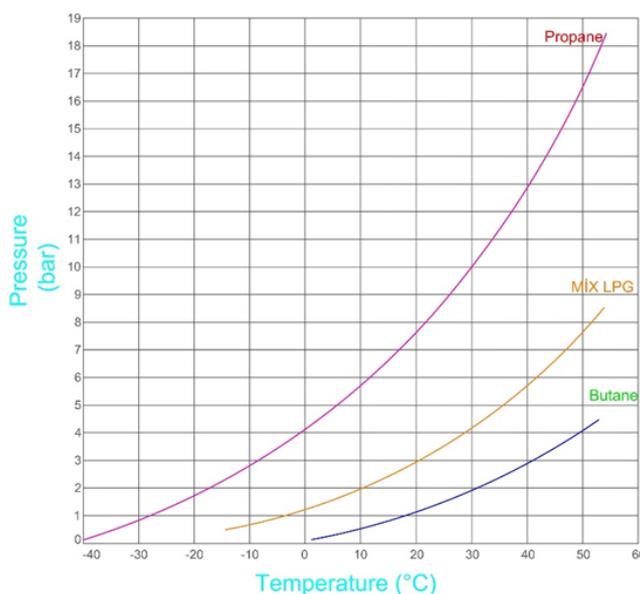


Рисунок 1. – Смесь СУГ: 70% бутан, 30% пропан

ГНС (Газонаполнительная станция) представляют собой специальные взрывоопасные газовые объекты, предназначенные для транспортировки, хранения и использования газов в различных целях. ГНС используются для безопасной заправки сжиженных газов в транспортные средства, бытовые и промышленные объекты.

Рабочий процесс в газонаполнительных станциях включает следующие основные этапы:

- прием СУГ;
- хранение СУГ;
- наполнение СУГ в логистических транспортных средств;
- распределение газа и опорожнение СУГ из логистических средств.

Технические проблемы, возникающие на ГНС в процессе эксплуатации, создают определенные трудности при их работе. Источники потерь зависят, главным образом, проводящих (ниже перечисленных 7 пунктов) от технологических операций по ГНС, а также от климатических условий.

Постановка проблемы. В процессе эксплуатации, хранения, заполнения логистических транспортных средств, опорожнения и транспортировки СУГ были исследованы и рассчитаны потери в ГНС различного объема.

При эксплуатации ГНС и выполнении различных технологических операций происходят следующие виды потерь СУГ:

1. Потери СУГ на ГНС возникающие при заполнении и опорожнении логистических транспортных средствах;
2. Потери при проверке уровня посредством механических контрольных вентиляей;
3. Потери при проверке работоспособности предохранительных клапанов;
4. Потери при внутреннем осмотре резервуаров;
5. Потери, возникающие в процессе наполнения баллонов;
6. Потери во внутренней технологической системе ГНС;
7. Потери, возникающие при техническом обслуживании и ремонте насосов и компрессоров.

Основная часть

1. Потери и загрязнение экосистемы при опорожнении в логистических транспортных средств от ГНС и при их обратном наполнении в резервуар

1.1. Потери СУГ, возникающие при наполнении резервуаров

Паровая фаза:

$$\rho_{\text{П.ф}} = \frac{(P_M + 0.1) \cdot 10^6}{V_4 \cdot R_{\text{газ}} \cdot T_1} = \frac{6,42 + 6,12}{2} = 6,27 \text{ кг/м}^3,$$

$$M_{\text{Паровая ф}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l_r \cdot \rho_{\text{П.ф}} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2}{4} \cdot 6 \cdot 6,27 = 0,0473 \text{ кг}$$

при $-100 \text{ }^\circ\text{C}$ – $6,42 \text{ кг/м}^3$,

при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ – $6,12 \text{ кг/м}^3$.

1.2 Потери, возникающие при наполнении СУГ в логистических транспортных средств

Жидкая фаза

$$M_{\text{жид.ф}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l_r \cdot \rho_{\text{П.ф}} = \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \cdot 6 \cdot 577 = 6,79 \text{ кг}$$

$$M_1 = 2 \cdot M_{\text{Паровая ф}} + M_{\text{жид.ф}} = 2 \cdot 0,0473 + 6,79 = 6,87 \text{ кг}$$

При наполнении логистических емкостей на ГНС потери происходят как в паровой, так и в жидкой фазе. В рассматриваемом случае, при проведении операций по опорожнению и наполнению через резинотканевые рукава наблюдаются потеря обеих фаз. Согласно нормам и правилам по технике безопасности, оставшийся СУГ в резинотканевых рукавах выпускается через свечу в атмосферу. Только после этого разрешается отсоединять логистическое транспортное средство от технологических систем.

Таблица 1

Температура СУГ, °С	-40	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
Плотность рж, кг/м ³ ,	609	598	588	577	566	553	540	526	512

2. Потери при проверке уровня, испытании предохранительных клапанов и диагностике резервуаров.

В процессе эксплуатации ГНС наблюдаются различные виды технологических потерь, возникающих при контроле уровня, проверке предохранительных клапанов и проведении диагностики резервуаров.

Потери при проверке уровня с помощью механических контрольных вентилялей

Во время проверки уровня СУГ через механические контрольные вентили происходят потери паровой фазы. Потери определяются по выражению:

$$M_2 = G_{\text{пн}} \cdot t,$$

где $G_{\text{пн}}$ – расход через контрольный вентиль;

t – время его открытия.

Пример расчета: $M_2 = 0,31 \cdot 5 = 1,55$ кг.

3. Потери при проверке работоспособности предохранительных клапанов

При испытании предохранительных клапанов часть газа выбрасывается в атмосферу. Потери рассчитываются по формуле:

$$M_3 = G_k \cdot n_k \cdot t_k \cdot t_0$$

где G_k – потери за 1 секунду при проверке клапана;

n_k – количество проверяемых клапанов;

t_k и t_0 – длительность выброса и расчетное время фиксации потерь.

Пример расчета: $M_3 = 2,87 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 = 17,22$ кг.

4. Потери при диагностике и внутреннем осмотре резервуаров

Во время проведения внутренней диагностики резервуаров и их осмотра часть СУГ теряется вследствие продувки и испарения. Расчет выполняется по формуле:

$$M_4 = V \cdot (\rho_b + 1,2 \cdot \rho_{\text{п}}) \cdot \frac{t_0}{t_n}$$

где V – объем резервуаров (100 м³),

1,2 – коэффициент, учитывающий дополнительные потери при продувке,

$\rho_{\text{п}}$ – плотность паровой фазы СУГ при продувке (–50 °С, P = 0,4 МПа), 13,67 кг/м³,

ρ_b – плотность СУГ при выходе из резервуара, 6,27 кг/м³,

t_0 – расчетное время выхода СУГ из резервуара (1 месяц),

t_n – нормативный срок проведения внутреннего осмотра (2 года = 24 месяца).

Пример расчета:

$$M_4 = 100 \cdot (6,27 + 1,2 \cdot 13,67) \cdot 124 = 94,5 \text{ кг}$$

Таким образом, суммарные потери, возникающие при данных операциях, оказывают как, так и экологическое воздействие, увеличивая выбросы углеводородов в атмосферу и снижая общий коэффициент полезного действия технологического процесса.

5. Потери при наполнении баллонов

В процессе наполнения баллонов на ГНС часть СУГ теряется. Потери рассчитываются по формуле:

$$M_5 = V_b \cdot \rho_m \cdot K,$$

где V_b – объем газа, остающегося в запорной арматуре;

ρ_m – плотность жидкой фазы;

K – коэффициент, учитывающий герметичность соединений.

Эти потери необходимо учитывать при планировании технологических процессов и оценке их экономической и экологической эффективности.

$$M_b = 1,68 \cdot 10^{-6} \cdot 571 \cdot 2 = 0,002 \text{ кг}^2$$

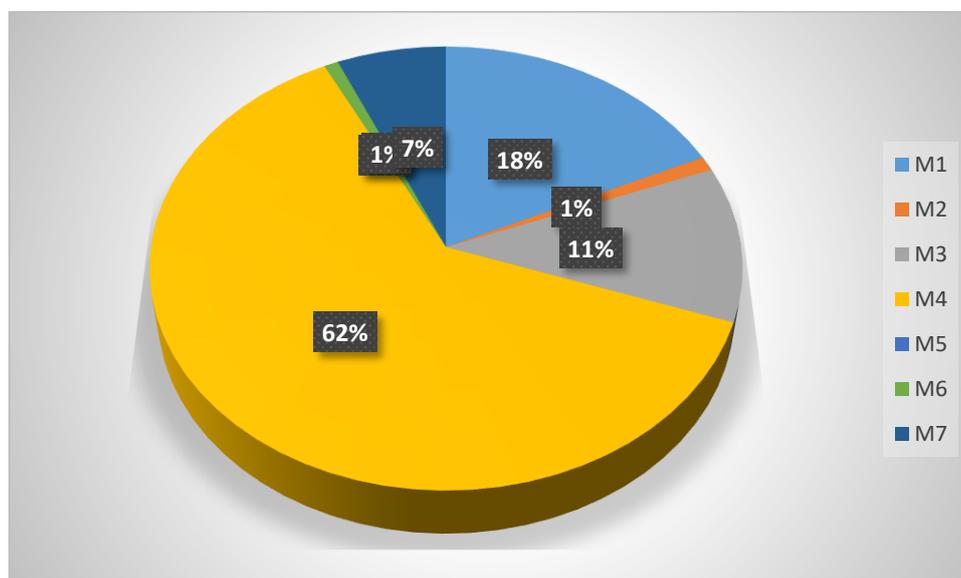
6. Потери во внутренней технологической системе ГНС

$$M_6 = G_{f.s} \cdot 24 \cdot L \cdot 10^{-3} \cdot t_0$$

$$M_6 = 55,6 \cdot 24 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 1,3 \text{ кг}$$

7. Потери, возникающие при техническом обслуживании и ремонте насосов и компрессоров

$$M_7 = M_n + M_k = 7,1 + 2,82 = 9,92 \text{ кг}$$



Заключение

1. Вопрос потерь на ГНС и загрязнения экосистем был изучен в процессе эксплуатации станций и при заполнении и опорожнении логистических транспортных средств для СУГ. Объемы потерь были рассчитаны, и определены потери, возникающие при различных операциях.

2. Следует отметить, что в Азербайджанской Республике потери на ГНС в процессе эксплуатации, операций наполнения и опорожнения оказывают негативное влияние на загрязнение экосистемы, флору и фауну.

3. Одна станция ГНС состоит из 7 (и больше) резервуаров, каждый из которых в течение месяца подвергается как минимум трем циклам наполнения и опорожнения. Ежемесячно на станции заполняется около 500 баллонов. В каждом резервуаре имеется 7 клапанов. При учете длины трубопроводов жидкой и паровой фаз, приблизительно 1 км, расчеты показывают многократное увеличение фактических потерь.

4. Потери на ГНС увеличивают количество парниковых газов, что, в свою очередь, негативно влияет на атмосферу, почву и водные экосистемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Liquefied Petroleum Gas (LPG) Tanker Cargo and Ballast Handling Simulator. International Maritime Organization, 2007.
2. Autogas in Europe, the sustainable alternative. An LPG industry roadmap. The European liquefied petroleum gas association (AEGPL). Brussels, Belgium, 2013, 40 p.
3. Bigot S. Russia announced a tender to build 313 MW of renewable energy capacities. Eurasia Network, 22 April 2019. <https://eurasianetwork.eu/2019/04/22/russia-announced-a-tender-to-build-313-mw-of-renewable-energy/>. Accessed September 29, 2020.
4. British Petroleum. BP Statistical Review of World Energy 2019, London; 2019.
5. Федеральные нормы. Title 29 – Labor, Part 1910– Occupational Safety and Health Standards. Appendix 1910.110 – Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases: (b) Basic Rules – (1) Odorizing Gases; 07.01.2010.
6. Васильянова Л.П. Некоторые особенности казахстанской нефти // Нефть и газ. 2006; (2). 81–87.