

ЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ НАПОЛНЕНИЯ КРУПНОТОННАЖНОГО РЕЗЕРВУАРА СПГ

Ситдииков А. А. (ИТМО)

Научный руководитель – д.т.н., профессор Баранов А. Ю. (ИТМО)

Введение.

Надежность и точность измерения количества полученной продукции на всех этапах производства и распределения СПГ влияет как на производственные, так и на экономические показатели любого завода СПГ. Для измерения количества продукции на больших СПГ резервуарах, на небольших емкостях в циклах получения СПГ, СПГ танкерах, автовозах и вагонах-цистернах используются совершенно разные технологии, наиболее подходящие под специфику измерений.

В данной работе рассмотрены особенности эффективного контроля наполнения СПГ в резервуарах крупнотоннажных производств. На текущий момент в России наблюдаются сильная зависимость от зарубежных технических решений для измерения уровня на резервуарах СПГ.

Основная часть. В работе рассмотрены и описаны следующие вопросы:

1. технологические процессы накопления и выдачи СПГ в наземных резервуарах крупнотоннажных производств;
2. особенности измерения уровня в СПГ резервуарах, основные требования к применяемым средствам измерения;
3. сравнительный анализ основных методов измерений, выявление их достоинств и недостатков;
4. выбор и обоснование наиболее оптимального метода измерения, описание технического решения.

СПГ резервуары являются одной из ключевых точек консолидации готовой продукции на предприятиях производства СПГ. К любому измерительному прибору, установленному на этом резервуаре, предъявляются особые требования к точности, надежности, простоте обслуживания и уровню безопасности.

Первой особенностью СПГ резервуаров с точки зрения измерения количества готовой продукции являются их габаритные размеры. Высота резервуара может достигать 50 метров, что создает сложность при измерении уровня внутри этого оборудования. Вторая особенность – это неизбежные процессы постоянного испарения и кипения продукта с поверхностного слоя СПГ внутри резервуара. Третьей особенностью является высокая вероятность расслоения СПГ внутри резервуара по плотности и образование так называемых «опрокидываний» (в литературе часто используется термин «ролловер»). Это крайне нежелательный процесс, который заключается в самопроизвольном смешении слоев СПГ с интенсивным парообразованием, что влияет на качество и количество конечной продукции, а также вызывает перенапряжение оболочечных конструкций резервуара.

В ходе работы были рассмотрены четыре метода измерения уровня: емкостной, гидростатический, радарный и метод с использованием сервопривода. Для каждого метода приведены подробное описание, его достоинства и недостатки, ограничения для применения на резервуарах СПГ. Результаты сравнительного анализа приведены в сводной таблице.

В итоге, всем требованиям для измерения уровня СПГ в крупнотоннажном резервуаре соответствует метод измерения с использованием сервопривода. Также хорошим потенциалом применения для измерения уровня СПГ обладают радарные уровнемеры, но необходимо

значительно повысить надежность этого метода и уменьшить количество ложных срабатываний при динамических процессах внутри резервуара.

Заключение. Был проведен анализ возможных методов измерения уровня СПГ в резервуарах. Выбран оптимальный метод и разработана его модели для производства в РФ.

Список использованных источников.

1. J.D. Siegwarth Measurement uncertainties for level gages for liquified natural gas. 1982 // National Bureau of US standards. URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-C13-0bcc98fd473d97376cf2f6ff9aa369b3/pdf/GOVPUB-C13-0bcc98fd473d97376cf2f6ff9aa369b3.pdf> (дата обращения: 15.02.2025).
2. СП 495.1325800.2020 Резервуары изотермические для хранения сжиженных природных газов. Москва, 2020.
3. Bella G. Liptak Process measurement and analysis. Volume I. 2010 ISA.Instrumentation, Systems, and Automation Society
4. Е.Б. Федорова. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. 2011 РГУ нефти и газа им. Губкина.
5. ISO 16903:2015. Petroleum and natural gas industries - Characteristics of LNG, influencing the design, and material selection
6. GIIGNL LNG Custody Transfer Handbook, 6th Edition: 2021
7. Johan Sandberg Outstanding Measurement Reliability Vital in Preventing LNG Tank Overfills // Rosemount. URL: <https://www.emersonautomationexperts.com/2024/measurement-instrumentation/outstanding-measurement-reliability-vital-preventing-lng-tank-overfills/> (дата обращения: 17.02.2025).
8. Watson, P.B. Level measurement at low temperatures. Paper presented at One Day Conference on Static Measurement of Refrigerated Liquids (OYEZ Ltd.), London, June 1983.
9. Beatrix Vollmer 80-GHz radar level measurement makes cryogenic applications secure on the high seas 2018 // VEGA manufacturer. URL: https://www.vega.com/en-ca/company/press/articles/80-ghz-radar-level-measurement-makes-cryogenic-applications-secure-on-the-high-seas?utm_source=chatgpt.com
10. Поповский Б.В. Строительство изотермических резервуаров [Текст]/ Б.В. Поповский, А.З. Майлер. – Москва: Недра, 1988. – 120 с.