

5. Усов С. В., Кудинов А. А. Анализ технико-экономических показателей Сызранской ТЭЦ после ее модернизации с установкой ПГУ-200 // Энергетик. 2013. № 12. С. 43–45.
6. Кудинов А. А. Техническая гидромеханика: учеб. пособие для вузов. М. : Машиностроение, 2008. 368 с.
7. Кудинов А. А. Строительная теплофизика: учеб. пособие для вузов. М. : ИНФРА-М, 2013. 262 с.

УДК 681.332

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ СПГ, С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ХРАНЕНИЯ КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

## **DESIGN FEATURES OF THE LNG STORAGE TANK FROM THE POINT OF VIEW OF SAFE AND EFFICIENT STORAGE OF CRYOGENIC LIQUIDS**

Панина А. Н., Галиханова А. Р., Колпакова Н. В.  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,  
panina.an2011@yandex.ru, adelia.kut@yandex.ru

Panina A. N., Galihanova A. R., Kolpakova N. V.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** В работе представлены конструктивные особенности двух типа резервуаров для хранения сжиженных природных газов. В работе проанализирована целесообразность применения топливных емкостей для хранения СПГ с многослойной теплоизоляцией, с точки зрения минимизации теплопотерь и уменьшения эксплуатационных затрат.

**Abstract:** The paper presents the design features two main types of storage tanks for liquefied natural gases. This paper analyzes the feasibility of application of fuel LNG storage tanks with multi-layered insulation, from the point of view of minimizing heat loss and reduce operating costs.

**Ключевые слова:** резервуар; теплопроводность; природный газ; криогенная емкость; хранение.

**Key words:** storage tank; thermal conductivity; natural gas; cryogenic tank; storage.

В практике хранения сжиженного природного газа во всем мире используются самые разнообразные виды резервуаров. Различия обусловлены природоохранными и геологическими факторы, а также объемом самих резервуаров. Резервуары для хранения СПГ должны отвечать всем требованиям нормативной документации и быть максимально безопасны и экономичны в процессе эксплуатации.

Рассмотрим запатентованные конструкции резервуаров, которые относятся к области криогенной техники и могут быть использованы в качестве топливных емкостей для различных транспортных средств (например, автотранспорта, самолетов и т. д.) или стационарных емкостей для хранения криогенных топлив.

I конструкция резервуара (рис. 1):

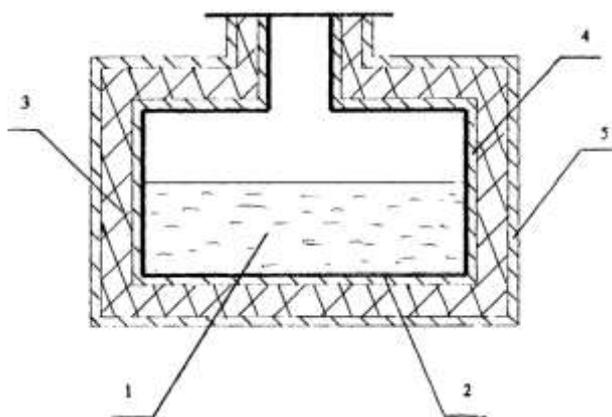


Рис. 1. Топливная емкость для длительного хранения сжиженного природного газа: 1 – топливная емкость; 2 – внутренний контейнер; 3 – основной слой теплоизоляции; 4, 5 – дополнительные слои теплоизоляции

Топливная емкость для длительного хранения сжиженного природного газа, состоящая из внутреннего контейнера, изготовленного из коррозионно-стойкого материала, и основного слоя теплоизоляции, отличающаяся тем, что она снабжена двумя дополнительными слоями теплоизоляции, выполненными из

композиционных материалов например, из армированного стекловолокна, металлопластика или стеклопластика, при этом один из дополнительных слоев расположен между внутренним контейнером и основным слоем изоляции, а другой слой расположен над основным слоем изоляции. Использование изобретения позволит снизить массу и стоимость криогенных емкостей, а также увеличить время бездренажного хранения сжиженного природного газа [1].

II конструкция резервуара (рис. 2):

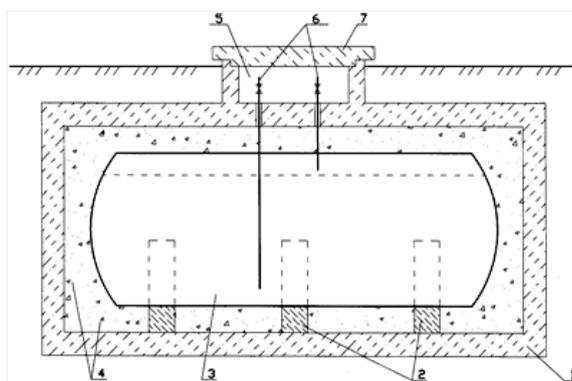


Рис. 2. Стационарное хранилище для сжиженного природного газа

Стационарное хранилище для сжиженного природного газа работает следующим образом.

Железобетонный прямоугольный контейнер 1, в котором расположена цилиндрическая, горизонтальная емкость заводской готовности 3 устанавливается под землю (или под полом сооружения). Это повышает надежность эксплуатации хранилища вследствие исключения его повреждения от различных поражающих факторов, например, террористической угрозы и т. п., а также уменьшает внешние теплопритоки. Через трубопроводы с запорно-регулирующей арматурой 6 обеспечивается наполнение и опорожнение 3 сжиженным природным газом. Для удобства и повышения надежности эксплуатации, а также снижения теплопритоков из окружающей среды к емкости 3, трубопроводы 6 с запорно-регулирующей арматурой размещают в колодце 5, расположенном в верхней части контейнера 1. Колодец 5 изолирован от внутренней полости контейнера 1. При отсутствии процессов

наполнения и опорожнения емкости 3 от запорно-регулирующей арматуры 6 отсоединяют соединительные трубопроводы к внешним системам и колодец 5 закрывается крышкой 7, выполненной из теплоизолирующего материала или железобетона, что также снижает теплопритоки вовнутрь контейнера 1 [2].

Температура кипения СПГ составляет 160 °С. Ввиду этого, для исключения теплопритоков к СПГ и увеличения сроков его бездренажного хранения, емкость 3 устанавливается в контейнере 1 на подставках 2, выполненных из материалов с низкой теплопроводностью, а пространство между емкостью 3 и внутренними стенками контейнера 1 заполняется теплоизолирующим материалом 4, например, пенополиуретаном. Теплоизолирующий материал 4 и подставки 2 также служат для более жесткой фиксации положения емкости 3 в контейнере 1 [2].

Первоначальная стоимость приведенных конструкций резервуаров достаточно высока, по сравнению с резервуарами для хранения СПГ с одинарными стенками, но со временем она окупается благодаря существенно большей экономии расходов по эксплуатации, кроме того, конструкции запатентованных резервуаров значительно надежнее с экологической точки зрения.

#### Список использованных источников

1. Пат. 2262033 Российская Федерация, МПК7 F17C3/04. Топливная емкость для сжиженного природного газа / Кириллов Н. Г. (RU) ; заявитель и патентообладатель Кириллов Николай Геннадьевич (RU) ; заявл. 27.12.2000 ; опубл. 10.10.2005, Бюл. № 28.
2. Пат. 2437027 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F17C3/04. Стационарное хранилище для сжиженного природного газа / Кириллов Н. Г. (RU), Лазарев А. Н. (RU) ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Военный инженерно-технический университет (RU) ; заявл. 24.05.2010 ; опубл. 20.12.2011, Бюл. № 35.