

## КОНТЕЙНЕРНОЕ ХРАНИЛИЩЕ СПГ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Турсунов А.О., Зайцев А.В. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)  
Научный руководитель – к.т.н., доц. Зайцев А.В. (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

Исследования и имеющийся опыт показали, что время перевозки и транспортных затрат, простота погрузки и уменьшение затрат на погрузочно-разгрузочные работы, возможность складирования контейнеров в несколько ярусов в железнодорожных цистернах весьма выгодна. За рубежом, особенно в США, железнодорожные перевозки СПГ используются довольно широко, освоено производство железнодорожных цистерн для перевозки СПГ объемом 129 м<sup>3</sup>. Вакуумная теплоизоляция цистерн удовлетворяет требованиям железных дорог, срок бездренажного хранения доведен до 40 суток. Имеющийся в нашей стране опыт транспортировки криогенных компонентов по железным дорогам позволил в середине 1990-х гг. создать железнодорожную цистерну для перевозки СПГ. Опытная железнодорожная цистерна (модель 15-147У), предназначенная для транспортировки и хранения сжиженного газа. Ее также можно использовать для перевозки жидкого этилена.

Железнодорожная цистерна – вид подвижного состава, предназначенного для перевозки различных жидкостей. Основными перевозимыми грузами цистерн являются: нефть и продукты ее переработки, химически активные и агрессивные жидкие вещества (щелочи, кислоты и т.д.), сжиженные газы (пропан, бутан, метан и др.), вода, молоко, соки, спирты, спиртосодержащие жидкости, а также различные мелкодисперсные порошки: мука, цемент, тальк и т.д.

Масса перевозимого в цистерне груза определяется путем взвешивания или по обмеру. При обмере производится замер высоты налива и установление объема налитого груза с использованием специальных калибровочных таблиц. Необходимо отметить, что масса нефтепродуктов определяется только по замеру, пищевых грузов – взвешиванием на вагонных весах, а при их отсутствии на товарных весах. При определении массы по замеру грузоотправитель обязан указать высоту налива, температуру и плотность продукта.

Кузов вагона представляет собой цилиндрическую емкость, закрытую с боков эллиптическими днищами. Емкости цистерн имеют различные устройства для загрузки / выгрузки, различающиеся в зависимости от перевозимого груза. Также в зависимости от перевозимого груза вагоны-цистерны могут иметь теплоизоляционное покрытие, оборудование для подогрева перевозимого груза, а также приборы контроля состояния груза. В цистернах рамной конструкции нагрузки, возникающие в процессе движения поезда, воспринимаются несущей рамой, в безрамных цистернах функцию несущей рамы выполняют сами емкости. Дополнительно для повышения прочности и жесткости емкостей железнодорожных цистерн большого диаметра и длины емкости могут усиливаться кольцами-шпангоутами на наружной или внутренней поверхности.

Различаются следующие типы цистерн:

- по типу:
  - вагоны-цистерны общего назначения для перевозки нефтепродуктов;
  - вагоны-цистерны специального назначения для перевозки определенных видов грузов.
- по конструкции:
  - цистерны с рамной конструкцией;
  - цистерны с безрамной конструкцией.
- по числу осей:
  - четырехосные цистерны;

- шестиосные цистерны;
- восьмиосные цистерны.

По емкости грузоподъемность вагонов-цистерн варьируется от 22,9 т до 125 т. Объем цистерны колеблется от 25,2 м<sup>3</sup> до 161,5 м<sup>3</sup>.

Быстрый слив железнодорожных цистерн в значительной степени влияет на оборачиваемость подвижного состава и определяет эффективность перевозок. Слив вагонов-цистерн осуществляется на сливо-наливных эстакадах через донный клапан при открытой крышке заливного люка цистерны. В холодный период года ввиду наличия небольшого количества воды донный клапан может примерзнуть и его открытие может быть проблематичным. Открытие донного клапана для слива цистерны осуществляется из заливного люка при помощи винтового механизма. При неисправном донном клапане слив осуществляется через заливной люк при помощи специального устройства на установках слива. Так как вязкость таких нефтепродуктов как мазут, вакуумный газойль, битум и др. недостаточна для слива, предварительно они разогреваются путем подачи в цистерну и откачки подогретого продукта или пара, когда допустимо обводнение продукта.

Перевозка СПГ в контейнерах имеет преимущества по сравнению с другими способами транспортировки, главными из которых являются: возможность перевозки различными видами транспорта (автомобильный, железнодорожный, водный, авиационный), сокращение времени перевозки и транспортных затрат, простота погрузки и уменьшение затрат на погрузочно-разгрузочные работы, возможность складирования контейнеров в несколько ярусов.

Цистерна состоит из криогенного резервуара с двойными стенками, установленного на железнодорожной платформе с серийными двухосными тележками грузовых вагонов.

Внутренний сосуд выполнен из алюминиевого сплава АМ Г-5, наружный кожух — из углеродистой стали 09Г2. Пространство между кожухом и сосудом заполнено тонкодисперсным порошком и отвакуумировано. Эксплуатационные показатели вакуума сохраняются в течение 2-5 лет без дополнительного вакуумирования. Цистерна имеет приборы замера уровня жидкости и давления в сосуде, предохранительные устройства (клапаны и мембраны) от превышения давления, а также дренажное устройство для безопасного сброса паров в атмосферу и систему пожаротушения. Запорная арматура ручная, с сильфонным уплотнением по штоку. Заправка и выдача продукта производится по обе стороны цистерны. В качестве средств индивидуальной защиты применяются противогазы.

Цистерна эксплуатируется в железнодорожных составах общесетевого назначения, в том числе электротягой, и может находиться в пути следования без сброса паров в атмосферу до 15 суток.

Эта цистерна при необходимости может быть запущена в серийное производство; она удовлетворяет всем требованиям перевозки по железным дорогам страны, в том числе экологическим и требованиям техники безопасности.