

## Библиографический список

1. Патент 2163699, Российская Федерация, МПК 7F17C9/02/ Топливный баллон / А.И. Довгялло, С.В. Лукачев и др. заявитель и патентообладатель СГАУ. – №9911457706 заявл. 02.07.1997, опубл. 27.02.2001. Бюл. №6.

2. Довгялло А.И., Сармин Д.В., Угланов Д.А., Цапкова А.Б. Использование баллона с криогенной заправкой в различных областях техники. // Вестник Международной академии холода. - Санкт-Петербург: Международная академия холода, 2014. №3. С. 30-34.

УДК 621.59

## КРИОГЕННЫЙ НАСОС-ГАЗИФИКАТОР ДЛЯ КОМПЛЕКСОВ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

© 2016 А.Б. Цапкова, А.А. Шиманов, М.А. Афанасьева, А.А. Кожухова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

### CRYOGENIC PUMP-GASIFIER FOR LIQUIFIED NATURAL GAS COMPLEX SYSTEM

Tsapkova A.B., Shimanov A.A., Afanasyeva M.A., Kozhukhova A.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*The article discusses the possibility of using cryogenic pump-gasifier to reduce the time of liquefied natural gas gasification in a cylinder with cryogenic filling. Has been designed pump-gasifier scheme, considering principle of its operation.*

В настоящее время широкое применение начинают находить технологии на основе использования сжиженного природного газа (СПГ). Параллельно существуют технологии хранения и транспортировки рабочих тел в криогенно-жидком состоянии, после чего использование рабочего тела осуществляется после регазификации в газообразном виде.

Объективно полезными и своевременными будут разработка и создание универсального устройства, способного удовлетворять существующим технологиям применения компримированных газов и криогенных жидкостей.

Примером совмещения существующих и перспективных технологий является баллон с криогенной заправкой (БКЗ) [1], схема которого показана на рис. 1.

Особенностью такого баллона является то, что она может заправляться как газообразным продуктом, так и криогенным. В случае заправки ёмкости газообразным продуктом она работает как обычный баллон высокого давления, а в случае заправки равным по массе криогенным компонентом газификация происходит уже внутри баллона, что позволяет заправлять ёмкость при меньших давлениях. Внутренняя термосная ём-

кость для криогенного компонента предотвращает тепловые удары и смягчает условия по термоциклической прочности конструкции [2].

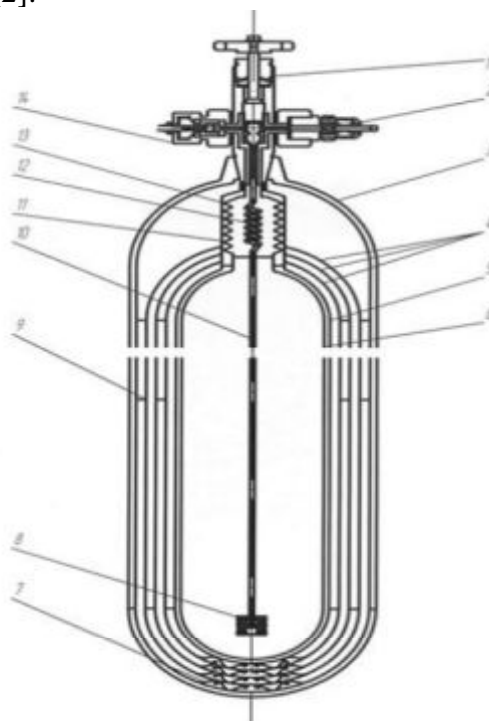


Рис. 1. Баллон с криогенной заправкой:  
1 - вентиль запорный; 2 – клапан предохранительный;  
3 – баллон; 4 – изоляция; 5 – изоляция внутренней ёмкости; 6 – внутренняя ёмкость; 7 -проставки опорные; 8 - фильтр; 9 – проставки радиальные; 10 – стакан; 11 - трубка заправочная; 12 – змеевик; 13 - сиффон; 14 – штуцер

Использование СПГ в качестве топлива в энергетическом комплексе предполагает его газификацию. В ходе этого процесса в газификаторе используется тепло окружающей среды или специально подводимое тепло. Для сокращения времени газификации в данной работе предлагается использовать криогенный насос-газификатор.

На основе БКЗ была спроектирована его схема, представленная на рис. 2.

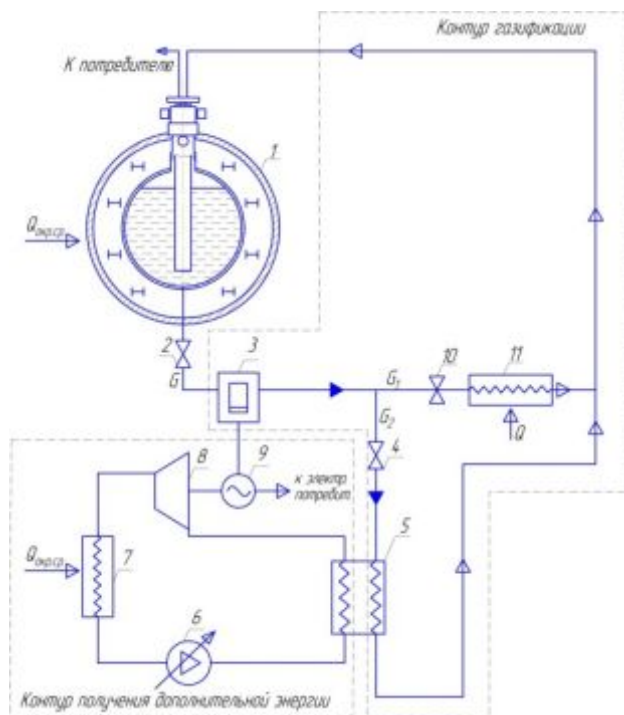


Рис. 2. Криогенный насос-газификатор  
 1 – БКЗ, 2, 4, 10 – вентиль, 3 – плунжерный насос,  
 5 – теплообменник-конденсатор, 6 – насос,  
 7 – теплообменник-испаритель, 8 – турбина,  
 9 – электрогенератор, 11 – теплообменник-испаритель

Криогенный насос-газификатор состоит из двух контуров: контура газификации и контура получения дополнительной энергии (паросиловая установка).

Работа контура получения дополнительной энергии осуществляется следующим образом. Газ поступает в теплообменник-конденсатор 5, где отдает теплоту СПГ, после чего поступает в насос 6. Насос 6 сжимает рабочее тело, в результате чего оно нагревается и парожидкостная смесь поступает в

теплообменник-испаритель 7, в котором оно полностью газифицируется. Полученный газ поступает в турбину 8, где происходит преобразование теплоты в механическую работу, а затем в электрическую энергию с помощью электрогенератора 9. Выработанная электрическая энергия идёт на привод плунжерного насоса 3 и к электрическому потребителю.

Из БКЗ 1 при открытом положении вентиля 2 СПГ поступает в контур газификации с расходом  $G$ . Проходя через плунжерный насос 3, повышается давление криопродукта, после чего поток разделяется на две части. Часть потока с расходом  $G_1$  при открытом положении вентиля 10 поступает в теплообменник-испаритель 11, газифицируется, после чего возвращается в баллон 1.

Часть потока с расходом  $G_2$  при открытом положении вентиля 4, проходя через теплообменник-конденсатор 5, отбирает теплоту от рабочего тела контура получения дополнительной энергии, и возвращается в БКЗ 1.

Таким образом, предлагаемое техническое решение позволит уменьшить время газификации СПГ в баллоне, а также использовать низкотемпературный потенциал криогенного продукта для получения электрической энергии, необходимой для привода плунжерного насоса, а также для другого электрического потребителя.

#### Библиографический список

1. Патент 2163699, Российская Федерация, МПК 7F17C9/02/ Топливный баллон / А.И. Довгялло, С.В. Лукачев и др. заявитель и патентообладатель СГАУ. – №9911457706 заявл. 02.07.1997, опубл. 27.02.2001. Бюл. №6.
2. Довгялло А.И., Сармин Д.В., Угланов Д.А., Цапкова А.Б. Использование баллона с криогенной заправкой в различных областях техники. // Вестник Международной академии холода. - Санкт-Петербург: Международная академия холода, 2014. №3. С. 30-34.