

УДК 681.332

*Г. Г. Кикнавелидзе, Н. В. Колпакова*

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

*gia52@icloud.com*

## АНАЛИЗ УСТАНОВОК ДЛЯ РЕГАЗИФИКАЦИИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

*В статье кратко проанализированы два типа регазификационных установок для СПГ, с целью их установки на различных промышленных объектах. Приведены схемы регазификаторов, а также выявлены основные достоинства и недостатки установок.*

*Ключевые слова: сжиженный природный газ; теплогенерирующие установки; регазификационные установки.*

*G. G. Kiknavelidze, N. V. Kolpakova*

Ural Federal University, Ekaterinburg

## ANALYSIS OF PLANTS FOR THE REGASIFICATION OF LIQUEFIED NATURAL GAS AT INDUSTRIAL FACILITIES

*The article briefly analyzed two types of regasification plants for LNG, with a view to installing them at various industrial sites. Regasification schemes are given. A brief description of their work is presented, and the main advantages and disadvantages of the installations are identified.*

*Keywords: liquefied natural gas; heat generating installations; regasification installations.*

На обширной территории Российской Федерации существует достаточно большое количество промышленных объектов, которые на сегодняшний день, не имеют централизованного газоснабжения. На этих объектах допустимо использовать резервуары сжиженного

природного газа, применяемого как основного, так и резервного топлива для теплогенерирующих установок. При использовании СПГ в качестве топлива на промышленных установках, необходима его регазификация, в следствии этого возникает необходимость устройства испарительных установок.

Процесс получения газов из криогенных жидкостей осуществляется в теплообменных аппаратах, где происходят процессы нагрева криогенных компонентов до температуры выше температур их кипения при атмосферном давлении за счет забора тепла извне. В них протекают физические процессы обмена тепловой энергией между потоками вещества с различной температурой, подчиняющиеся общим закономерностям термодинамики и теории теплообмена. Однако при криогенных температурах возникает ряд специфических факторов, которые необходимо учитывать при создании высокоэффективных и компактных аппаратов-теплообменников [1].

Природный газ используется только в газообразном состоянии, поэтому процесс регазификации СПГ является ключевым буквально для каждого практического применения. Регазификация на небольших и средних станциях чаще всего осуществляется в атмосферных испарителях, а на крупных морских терминалах – в теплообменниках с морской водой. После регазификации СПГ превращается в газ и становится пригодным для обычного использования – подачи по трубопроводам потребителям [2].

#### *Регазификаторы с водяным орошением*

Регазификаторы с водяным орошением (ORV) (рис. 1), или испарители открытого типа – самый распространенный вид регазификаторов.

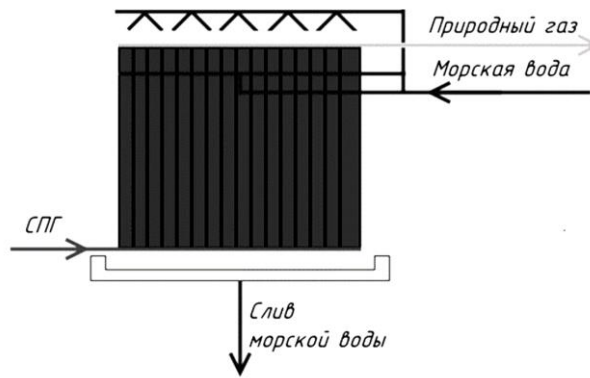


Рис. 1. Регазификатор с водяным орошением [3].

В этих теплообменниках СПГ распределяется коллектором по вертикальным трубкам, собранным в панели, на которые сверху стекает оросительная вода. Эта вода сверху подается в сливные трубы и собирается внизу в общий коллектор. За счет прямого теплообмена между морской водой и СПГ происходит нагрев и испарение природного газа.

Конструкционным материалом для данного типа регазификаторов является алюминиевый сплав, имеющий высокую механическую прочность для эксплуатации при криогенной температуре. Также этот сплав имеет высокую теплопроводность, что способствует эффективному теплообмену. Вертикальные трубки, в которых происходит регазификация газа, покрыты цинковыми сплавами для антикоррозионной защиты. Особенностью данного вида испарителей является возможность регулировать нагрузки, компенсировать колебания входного объема газа, температуру газа на выходе, а также температуру морской воды [3].

*Преимущества регазификаторов с водяным орошением:*

- эффективность, надежность и безопасность;
- простота эксплуатации и обслуживания, так как конструкция панелей позволяет проводить наружный осмотр трубок;
- возможность регулирования нагрузки отключением отдельных секций панелей;
- низкие эксплуатационные расходы, так как в схеме используется самый дешевый и доступный теплоноситель – морская вода.

*Недостатки данного типа регазификаторов:*

- большой расход воды;
- негативное влияние на экологию из-за слива в море использованной хлорированной и охлажденной воды, уничтожающей морскую биоту;
- высокие капитальные затраты.

*Регазификаторы жидкостного типа с промежуточным теплоносителем (рис. 2)*

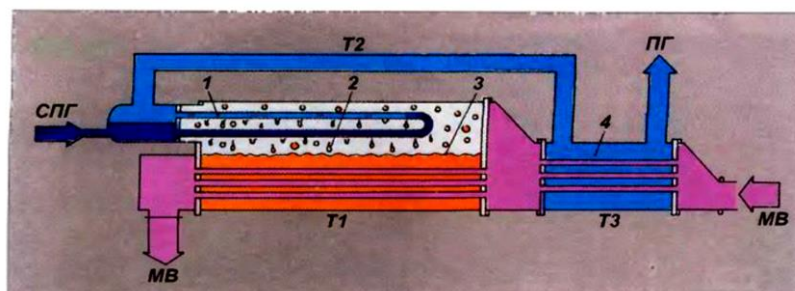


Рис. 2. Регазификаторы жидкостного типа с промежуточным теплоносителем [3]

Испарители жидкостного типа используют в качестве теплоносителя жидкость, которая циркулирует в замкнутой системе, и передает тепло сжиженному газу. Обычно используются следующие теплоносители:

- гликоль или вода;
- горячая вода.

В качестве теплового источника может выступать морская вода, циркулирующая по открытому контуру. В нижнюю часть испарителя подается СПГ, а морская вода поступает в межтрубное пространство [3].

*Преимущества регазификаторов жидкостного типа:*

- минимальное воздействие на окружающую среду;
- не происходит замерзания воды ввиду отсутствия прямого контакта;
- можно использовать совмещенную схему с электрогенератором для когенерации тепла.

*Недостатки:*

- высокие капитальные затраты;
- сложная схема регазификатора.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующий вывод:

Установка определенного типа регазификатора СПГ на промышленном объекте зависит от нескольких основных факторов:

- места размещения промышленного объекта;
- условий эксплуатации;
- мощностей теплогенерирующих установок, размещаемых на промышленных объектах.

#### Список использованных источников

1. Бармин И. В., Кунис И. Д. Сжиженный природный газ вчера, сегодня, завтра. М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 256 с.
2. Регазификация СПГ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mvif.ru/regazifikaciya-spg> (дата обращения: 20.11.2018)
3. Сеницин Н. В., Кемалов Р. А. Регазификаторы сжиженного природного газа. Казань : КФУ, 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://econf.rae.ru/pdf/2017/01/6066.pdf> (дата обращения: 20.11.2018)