

УДК 621.593

**И.Ф. Кузьменко\*, В.А. Передельский, А.Л. Довбиш**

ОАО «Криогенмаш», пр. Ленина, 67, г. Балашиха Московской области, РФ, 143907

\*e-mail: kuzmenko@cryogenmash.ru

## УСТАНОВКИ СЖИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА БАЗЕ ДЕТАНДЕРНЫХ АЗОТНЫХ ЦИКЛОВ

Для сглаживания пиков потребления природного газа, а также организации сбыта сжиженного природного газа (СПГ) необходимо создание крупнотоннажных СПГ-установок. Предлагается такие установки для сжижения природного газа разрабатывать с использованием внешних криогенных азотных термодинамических циклов. Для повышения эффективности циклов целесообразно применять в них турбодетандер-компрессорные агрегаты (ТДКА). Рассмотрены различные технологические схемы СПГ-установок, в состав которых включены криогенные азотные установки с количеством ТДКА от одного до четырёх. Приводятся данные о предпочтительных диапазонах производительностей и ожидаемых удельных затратах энергии предлагаемых СПГ-установок в зависимости от их схем и количества применяемых ТДКА. Отмечается, что разработанные СПГ-установки незначительно уступают по удельным затратам энергии установкам, в которых используется либо более сложное построение, например, каскадные схемы, либо многокомпонентные рабочие вещества.

**Ключевые слова:** Криогенная техника. Воздухоразделительная установка. Азот. Азотный термодинамический цикл. Турбодетандер-компрессорный агрегат (ТДКА). Сжиженный природный газ (СПГ). Компрессор. Детандер. Надёжность. Удельные затраты энергии. Капитальные затраты.

I.F. Kuzmenko, V.A. Peredelskiy, A.L. Dovich

## NATURAL GAS LIQUEFACTION UNITS ON THE BASE OF EXPANDER NITROGEN CYCLES

It is necessary to create large-capacity LNG-units for natural gas peaks consumption shaving and also to expand liquefied natural gas (LNG) marketing. It is proposed to create such natural gas liquefaction units with the use of outer nitrogen cryogenic thermodynamic cycles. It is necessary to use turboexpander-compressor sets (TECS) in them for maximizing cycles efficiency. Different technological schemes of LNG-units including nitrogen cryogenic units with TECS from one to four have been examined. Data about preferable capacity range and expected specific power consumption of produced LNG-units depending on their schemes and the amount of TECS has been stated. It is marked that developed LNG-units are less effective in specific power consumption than units that include more complex structure, for example, cascade schemes or multicomponent work substances.

**Keywords:** Cryogenic engineering. Air separation plant. Nitrogen. Nitrogen thermodynamic cycle. Turboexpander-compressor set (TECS). Liquefied natural gas (LNG). Compressor. Expander. Safety. Specific power consumption. Capital expenditure.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в России уделяется большое внимание вопросам сооружения крупнотоннажных установок для сжижения природного газа (СПГ-установок) с целью его сбыта как товарного продукта на внутреннем или внешнем рынках, а также покрытия пиков потребления.

В настоящей статье представлена информация о возможностях нашего предприятия в создании таких установок на базе имеющегося многолетнего опыта разработок и эксплуатации криогенных воздухоразде-

лительных установок (ВРУ) средней и высокой производительности.

За 60 лет специалисты предприятия спроектировали, изготовили и поставили более 600 ВРУ для металлургической, химической и других отраслей промышленности России, СНГ и более 40 зарубежных стран [1].

ВРУ создаются на базе современных схемных решений, а также совместного производства отдельных видов оборудования на основе долговременной кооперации и сотрудничества с ведущими зарубежными компаниями: «Sulzer AG» (Швейцария) — регуляр-