

УДК 629.12

<sup>1</sup>А.А. Вассерман, доктор техн. наук, <sup>2</sup>Г.К. Лавренченко, доктор техн. наук<sup>1</sup> Одесский национальный морской университет, ул. Мечникова, 34, г. Одесса, Украина, 65029<sup>2</sup> Украинская ассоциация производителей технических газов «УА-СИГМА»», а/я 188, г. Одесса, Украина, 65026  
e-mail: <sup>1</sup>avas@paco.net, <sup>2</sup>uasigma@mail.ru

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ МОРСКОЙ ПЕРЕВОЗКИ ГАЗОВ

*Отмечена необходимость морской перевозки газов и охарактеризованы традиционные способы их доставки. Рассмотрены возможные варианты усовершенствования способа перевозки сжиженного газа при давлении, близком к атмосферному. Они позволят отказаться от судовой установки для реконденсации пара, образующегося вследствие теплопритоков в танки. Обоснована возможность эффективного использования криогенного потенциала сжиженного природного газа при его регазификации в порту выгрузки. Проанализированы новые предложения по перевозке природного газа — при высоком давлении в трубах и баллонах, в виде раствора в жидких углеводородах, шуги либо газового гидрата.*

**Ключевые слова:** Морская перевозка. Метан. Сжиженный природный газ. Переохлаждение жидкости. Дополнительное давление. Сжатый газ. Раствор углеводородов. Шуга. Газовый гидрат. Экономия энергии.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Потребление природного газа в энергетике, промышленности и быту непрерывно увеличивается. Как отмечают С.Э. МакИнтош и соавторы [1], по прогнозу Управления энергетической информации США в период 2002-2025 гг. мировой объём потребления газа возрастёт в 1,7 раза.

При сгорании газа в атмосферу Земли выбрасывается меньше загрязняющих веществ и парниковых газов, чем при сгорании мазута либо угля. Б.Е. Патон и соавторы [2] подчёркивают, что по сравнению с нефтяными топливами природный газ образует меньше оксидов углерода, оксидов азота и дыма (в 5...8; 1,5...2 и 8...9 раз, соответственно), причём в дыме отсутствуют свинец и сажа. Это обстоятельство во многом способствует увеличению использования природного газа в качестве важного источника тепловой энергии.

Как известно, наибольшие запасы природного газа находятся на Ближнем Востоке и в России. В то же время такие крупные потребители газа, как США, Япония и Корея, отделены морями и океанами от мест его добычи. Поэтому, начиная со второй половины XX-го века, непрерывно развивается морская перевозка природного газа и многих других важных для техники газов. В настоящее время в международной торговле более 75 % природного газа транспортируется по трубопроводам, а остальное весьма значительное количество перевозится морским путём на большие расстояния с помощью специальных судов-газовозов [2].

В данной работе вначале кратко рассмотрены традиционные способы морской перевозки газов, применяемые на протяжении примерно 60 лет. Затем подроб-

но анализируются способы перевозки, предложенные в последние годы и позволяющие уменьшить затраты на постройку и эксплуатацию газовозов.

### 2. ТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ МОРСКОЙ ПЕРЕВОЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

Известны три способа морской перевозки сжиженных газов [3-5]:

- при температуре окружающей среды и, следовательно, высоком давлении насыщения;
- при давлении, незначительно превышающем атмосферное, и низкой температуре насыщения;
- при давлении намного выше атмосферного и соответствующей температуре насыщения (комбинированный способ перевозки).

Способ перевозки при давлении, близком к атмосферному, называют изотермическим, хотя при комбинированном способе температура груза также постоянная, только более высокая. Суда для перевозки газов при температуре окружающей среды называют напорными газовозами; для перевозки при атмосферном давлении — рефрижераторными; при комбинированном способе — полурефрижераторными. Последний не вполне удачный термин подчёркивает их отличие от рефрижераторных газовозов.

Перевозки на напорных газовозах выгодны с энергетической точки зрения, так как не требуют охлаждения газа. Однако сосуды для перевозки газов на таких газовозах должны выдерживать высокое рабочее давление (до 1,75 МПа) и поэтому имеют сферическую либо цилиндрическую форму, плохо согласующуюся с конфигурацией грузовых помещений судна. К тому же масса пустых сосудов очень велика в связи с большой толщиной стенок. Всё это