ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА СУДАМИ СМЕШАННОГО «РЕКА—МОРЕ» ПЛАВАНИЯ

В. А. Мацкевич, канд. техн. наук, **Р. Ю. Романов, А. М. Луцкевич, О. В. Таровик, Ю. Д. Дехтярук, М. С. Кораблева** (ФГУП ГНЦ РФ «ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова»,
e-mail: krylov5@krylov.sp.ru)

УДК 629.553

Уже несколько десятилетий во многих странах мира сжиженный нефтяной газ (СНГ) широко используется для нужд хозяйства и промышленности. Мировое потребление СНГ, составившее в 2008 г. около 240 млн т, прирастает в среднем на 2,5% в год. Глобальный финансовый кризис практически не сказался на объемах и темпах прироста потребления СНГ: к 2020 г. спрос на этот продукт может составить до 300 млн т в год. В России в настоящее время производится около 8 млн т СНГ в год, причем в будущем ожидается рост объемов производства.

За рубежом сжиженный газ широко транспортируют на специализированных судах-газовозах, однако СНГ отечественного производства поставляется потребителям в основном по железной дороге (ж/д), что удорожает и снижает его конкурентоспособность. Вместе с тем в России существует уникальная Единая глубоководная система внутренних водных путей (ЕГС), соединяющая Балтийское, Каспийское, Белое и Черное моря и позволяющая доставлять СНГ водным транспортом для внутренних потребителей и на экспорт, а также осуществлять транзитные перевозки. Таким образом, в условиях России значительную привлекательность имеет транспортировка СНГ по водным путям судами смешанного «река—море» плавания.

В ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова выполнена соответствующая проектная проработка, обоснованы основные проектные решения для такого судна, проанализированы перспективные грузопотоки СНГ, выполнен сопоставительный анализ экономической эффективности транспортных систем для СНГ на основе морского и ж/д транспорта. Описанию результатов этой работы посвящена настоящая статья.

Отечественный рынок СНГ и основные экспортные направления. Крупнейшими отечественными производителями СНГ являются СИБУР-холдинг (в первую очередь, Тобольский НПЗ), Газпром (в том числе Астраханьгазпром), Лукойл (в том числе Пермский НПЗ), Башкирский нефтехимический кластер (в том числе Уфимский НПЗ) и ряд других.

Для транспортировки СНГ по территории России используются ж/д цистерны вместимостью около 50—100 м^3. Местные перевозки выполняются в основном автомобильным транспортом. Существующая практика экспорта СНГ из России также в большей степени ориентирована на использование ж/д транспорта. Однако с ростом необходимости диверсификации рынков сбыта доля морских перевозок будет расти.

Основные направления экспорта СНГ из России — в Польшу, Турцию, Финляндию, Белоруссию, Украину, Венгрию. В 2009 г. экспорт СНГ составил 3,2 млн т, что на 52% превысило показатель 2008 г. (рост произошел за счет временной отмены экспортных пошлин на СНГ), из них только 28% от общего объема экспорта СНГ составляла перевалка через морские терминалы. Большая часть экспортных поставок южного направления осуществлялась через портовые терминалы Украины (Одессу, Керчь, Ильичевск), на Балтике — через Рижский терминал. В настоящее время строятся либо запланированы к строительству терминалы в российских портах Тамань, Туапсе, Азов, Усть-Луга, Архангельск, Находка. Из них принимать относительно крупные суда смогут только последние три, а единственный на сегодняшний день функционирующий в России терминал в Темрюке не может принимать суда с осадкой более 4,2 м (что соответствует вместимости морского судна-газовоза 3000—4000 м^3 или предполагает использование мелкосидящих судов большей вместимости).

Следует также отметить, что через Россию проходят транзитные пути экспорта СНГ из Казахстана (около 950 тыс. т в год), Туркмении и ряда других стран. При этом также используется главным образом ж/д транспорт.

То обстоятельство, что российский СНГ поставляется оптовым потребителям по ж/д,

Рис. 1. **Схема основных водных путей Единой глубоководной системы:**
● — основные предполагаемые порты погрузки СНГ; ▲ — основные предполагаемые порты выгрузки СНГ; ■ — возможные перевалочные базы

а конкурентами СНГ доставляется по морю, в большинстве случаев дает последним преимущество, позволяя им поддерживать более низкие цены за счет меньшей стоимости доставки и грузообработки.

Перспективы использования внутренних водных путей для транспортировки СНГ. Значительная часть российских предприятий — производителей СНГ находится вблизи водных путей ЕГС, от большинства других предприятий СНГ может быть доставлен к потенциальным местам погрузки по ж/д относительно небольшой протяженности. Схема ЕГС с наиболее важными объектами для водной транспортировки СНГ приведена на рис. 1.

Продолжительность навигации для судов, следующих по ЕГС из Каспийского моря в Балтийское, составляет около 189 сут, из Каспийского в Азовское — 230—260 сут.

Судно, приспособленное для плавания по ЕГС (без учета Беломоро-Балтийского канала), с учетом размеров шлюзов и судового хода должно иметь длину до 141,2 м, ширину до 16,7 м, осадку до 3,6 м, надводный габарит до 16 м. Скорость хода ограничена величиной 20 км/ч. Указанные габариты позволяют использовать на путях ЕГС суда водоизмещением до 8000 т, что значительно больше, чем в других подобных водных системах. Суда таких размерений могут иметь достаточную мореходность для выполнения морских переходов.

Таким образом, учитывая географическое расположение производителей, транзитеров и потребителей СНГ, особое значение для его транспортировки в России приобретают водные пути ЕГС, причем наиболее полно их потенциал может быть раскрыт при эксплуатации газовозов смешанного «река—море» плавания, способных совершать переходы как по внутренним водным путям, так и в прибрежных водах европейских морей. Проект такого газовоза не имеет аналогов в мире. Это обусловлено тем, что большинство зарубежных систем внутренних водных путей в силу ограничений на размерения судов не позволяют эксплуатировать газовозы вместимостью более 2000 м^3, соответственно стоимость перевозок оказывается достаточно высокой. Кроме того, для таких судов обеспечение полноценной возможности смешанного «река—море» плавания является затруднительным.

Проект газовоза СНГ смешанного плавания. В результате выполнения проектной проработки газовоза для СНГ (рис. 2) был определен облик и обоснованы основные проектные решения, такие как общее расположение судна, тип энергетической установки, расположение, число и форма грузовых емкостей и т. д. Анализ показал, что наибольшей экономической эффективностью обладает судно с максимальной грузовместимостью. С учетом ограничений на главные размерения грузовместимость спроектированного судна составляет около 7000 м^3.

Основное назначение судна — круглогодичная перевозка нефтяного газа плотностью до 0,98 т/м^3 полурефрижераторным способом из портов, расположенных на Каспийском море и в пределах ЕГС, в порты Европы и Турции. Оно может перевозить всю номенклатуру СНГ, предусмотренную для газовоза класса 2G согласно Международному газовому кодексу (IGC Code), а также может быть использовано для перевозки наливом жидких химических грузов: спиртов, эфиров, различных масел (в том числе растительных и животных) и др. Полурефрижераторный тип судна был выбран как наиболее универсальный при заданной вместимости: грузообработка такого газовоза возможна как на напорных, так и на рефрижераторных терминалах СНГ.

Судно спроектировано в соответствии с требованиями к классу Российского морского регистра судоходства (РМРС): КМ ✪ Ice2 1 R1 AUT1 Gas carrier type 2G (минус 50 °С, 6 бар). Район плавания — ограниченный R1 (СП1). Судно может эксплуатироваться при температуре наружного воздуха

–30...+35 °С и температуре забортной воды –2...+32 °С.

Архитектурно-конструктивный тип судна (рис. 3): однопалубное, с баком и ютом, с двойными бортами в районе грузовой зоны и со скуловыми цистернами, кормовым расположением машинного отделения и надстройки, в которой размещены все жилые, общественные, служебные помещения и посты управления, с подъемной рулевой рубкой, с палубой тронка в районе грузовых танков, с помещением оборудования грузообработки на палубе тронка, с переходной площадкой вдоль судна в грузовой зоне.

Спроектированное судно может быть использовано:

• как полурефрижераторный газовоз, полностью удовлетворяющий требованиям к судам данного класса, который при такой осадке может принять существенно большую партию груза, чем морские суда аналогичного назначения с такой же осадкой;

• как судно смешанного плавания, имеющее возможность совершать переходы по ЕГС между Каспийским, Азовским и Балтийским морями и по соответствующим внутренним водным путям; оно имеет максимально возможные размеры и дедвейт, соответствуя в этом плане лучшим существующим аналогам. Кроме того, с учетом ограничения района плавания судно может работать вдоль всего европейского побережья и побережья бассейнов Средиземного и Красного морей, вдоль значительной части побережья Африки и ряда участков побережья Азии в Индийском океане;

• как танкер-химовоз — для повышения эксплуатационной гибкости (с учетом необходимости обеспечения безубыточной эксплуатации судна на время прекращения навигации по ЕГС в холодное время года, а также для возможности обратной его загрузки при работе на экспортных линиях).

Главные размерения судна

Длина наибольшая, м 140,2
Ширина наибольшая, м 16,6
Высота борта на миделе, м 6,7
Осадка в море/реке, м 4,7/3,6
Высота от ОП до верхней кромки несъемных частей, м 16,6

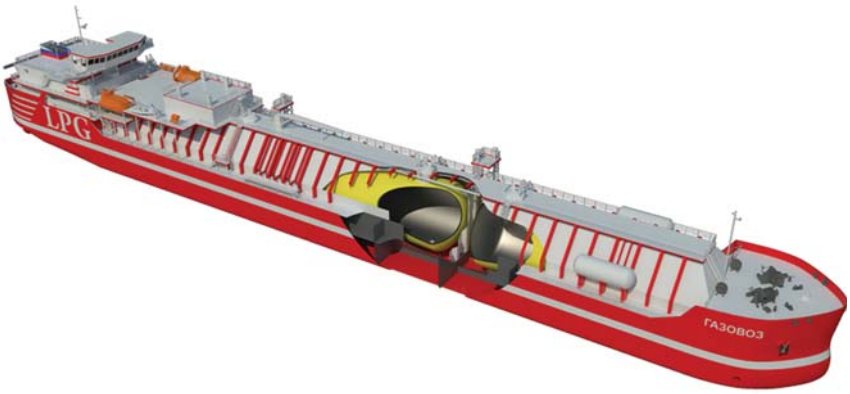

Рис. 2. **Общий вид полурефрижераторного газовоза СНГ смешанного плавания (пр. 23070)**

Дедвейт судна и его распределение по статьям при плавании в море и в реке приведены в табл. 1.

Эксплуатационная скорость хода судна в грузу на внутренних водных путях — 20 км/ч (согласно действующим ограничениям), в море — 11 уз. Дальность плавания судна в море с эксплуатационной скоростью хода — 5000 миль; автономность по запасам сухой провизии — 20 сут, пресной воды — 5 сут с пополнением запасов от опреснителя.

Экипаж судна 14 чел. Капитан и старший механик размещаются в блок-каютах, остальные члены экипажа — в одноместных каютах. Также на судне может быть дополнительно размещено 6 чел. спецперсонала.

В качестве грузовых танков для сжиженного газа приняты три вкладных цилиндрических резервуара диаметром 9,9 м с эллиптическими глухими донышками, выполненных из стали высокой прочности, покрытых слоем высокоэффективной теплоизоляции, обеспечивающей минимальный уровень тепловых потерь. Вся теплоизоляция грузовых танков доступна для осмотра и контроля. В верхней части каждого резервуара предусмотрен купол для доступа людей внутрь и размещения необходимого оборудования.

Таблица 1

Составляющие дедвейта судна

Статьи дедвейта судна	В море при осадке 4,7 м, т	В реке при осадке 3,6 м, т
Дизельное топливо	300,3	215,7
Смазочные масла	15,3	15,3
Пресная вода	47,1	47,1
Провизия	1,4	1,4
Экипаж с багажом	2,4	2,4
Перевозимый груз	6603	3959
Суммарный дедвейт	**6970**	**4241**

Грузовая система судна обеспечивает выгрузку судна и его загрузку за 12 ч. Манифольды расположены побортно, несколько в корму от миделя.

Движение судна обеспечивают два главных двигателя — четырехтактных среднеоборотных дизеля номинальной мощностью по 960 кВт, работающих через прямую передачу на две азимутальные угловые колонки с винтами регулируемого шага.

Судовая электростанция состоит из четырех вспомогательных дизель-генераторов мощностью около 450 кВт с приводом от среднеоборотных дизелей. Аварийный дизель-генератор мощностью около 400 кВт с воздушным охлаждением обеспечивает питание аварийных потребителей при исчезновении напряжения в судовой сети.

Предусмотрена интегрированная система управления техническими средствами (ИСУТС).

Сопоставительный анализ экономической эффективности транспортировки СНГ по водным путям и по железной дороге. На ранней стадии разработки проекта транспортировки СНГ по ЕГС был выполнен сопоставительный анализ экономической эффективности водного и железнодорожного вариантов транспортировки СНГ. На рассмотрение был принят экспортный вывоз СНГ от терминала Актау (Казахстан) на терминалы Дьёртьёл (Тур-

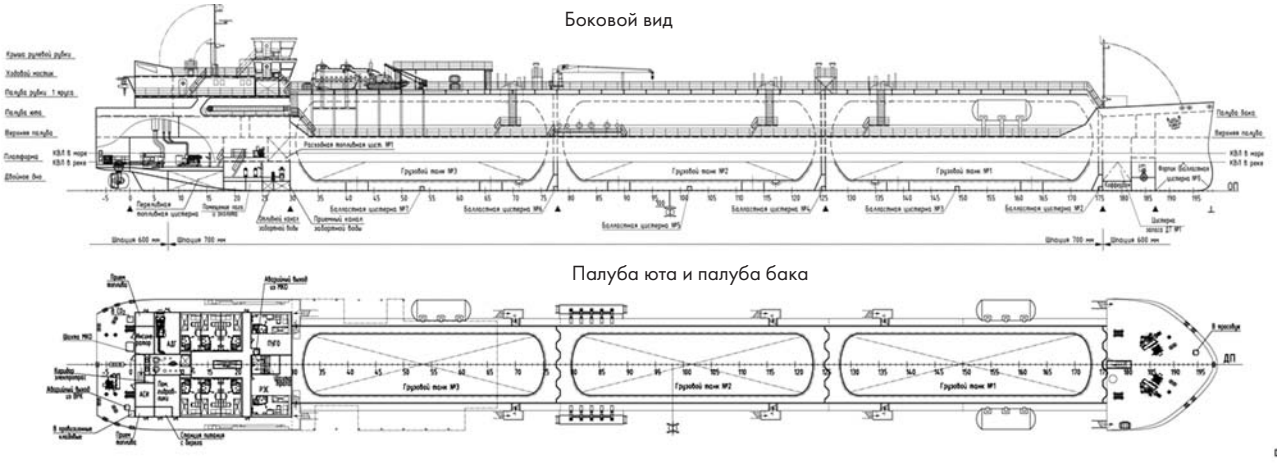

Рис. 3. **Схема общего расположения судна пр. 23070**

ция) и Гданьск (Польша) (см. рис. 1) в количестве 7000 м^3 в период летней навигации, так как в зимний (ненавигационный) период использование ЕГС невозможно и экспортные поставки должны осуществляться по ж/д. На выбранных маршрутах груз достигает пункта назначения за 16—18 сут по воде и за 24—27 сут по ж/д. Указанная разница в расчетах на этой стадии разработки не учитывалась, поскольку требовалась привязка к конкретной организационно-логистической задаче, определенному грузопотоку и т. п.

Расчет стоимости транспортировки по ж/д выполнялся в соответствии с тарифами РЖД [источник: www.ctm.ru, программа «Rail-тариф» 7.28]. На маршруте Актау—Дьёртьёл предполагалось, что СНГ доставляется из Актау до порта Ильичевск (Украина), а затем на ж/д пароме — до терминала Деринже (Турция) [источник: www.ukrferry.com]. Использование железнодорожного парома на этом маршруте значительно дешевле, чем доставка СНГ в Турцию только по ж/д. На маршруте Актау—Гданьск предполагалось, что груз доставляется только по ж/д.

Таблица 2

Сопоставление экономических показателей систем транспортировки СНГ по водным путям и по железной дороге

Наименование показателя	Значение					
Транспортировка по водным путям						
Маршрут перевозок	п. Актау — п. Гданьск			п. Актау — п. Дьёртьёл		
Ожидаемый период работы судна с прибылью (ВНД судовладельца 15%)	Круглогодично*	Только в летний период на линиях перевозок основного груза		Круглогодично*	Только в летний период на линиях перевозок основного груза	
Дополнительные грузы на обратном рейсе (около 30% времени кругового рейса)	Нет	Нет	Есть	Нет	Нет	Есть
Цена судна, млн руб.	650					
Эксплуатационный период за год, в том числе:	352					
прибыльный период работы судна (с фрахтовой ставкой — см. ниже), сут	352	199		352	248	
период работы судна на самоокупаемости, сут	—	153		—	104	
Фрахтовая ставка (ВНД судовладельца 15%), тыс. руб./сут	390	530		390	465	
Удельные затраты на перевозку СНГ по воде, руб./т	6 155	7280	5280	6023	6600	5 910
Железнодорожная транспортировка						
Удельные затраты на перевозку СНГ по ж/д, руб./т	Ок. 10 000			Ок. 9000		

*В летний период эксплуатация судна осуществляется по внутренним водным путям, а в зимний — на средиземноморском фрахтовом рынке.

Затраты на транспортировку СНГ по путям ЕГС определялись исходя из предположения, что грузовладелец фрахтует судно на условиях тайм-чартера, т. е. наряду с оплатой фрахта оплачиваются затраты на топливо и портовые сборы. Фрахтовая ставка определялась исходя из внутренней нормы доходности (ВНД) судовладельца 15%, которая является достаточно высокой и принята с «ошибкой в безопасную сторону». Тайм-чартерный эквивалент судна, формирующий совместно с ВНД величину фрахтовой ставки, определялся на основе оценки капитальных и эксплуатационных затрат судовладельца.

При оценке капитальных затрат на строительство судна применялся комбинированный метод расчета, учитывающий данные по наливным и сухогрузным судам смешанного плавания (в части корпуса и общесудового оборудования), а также по стоимости специального оборудования, грузовых систем и грузовых танков судов-газовозов. При постройке серии судов по рассматриваемому проекту на отечественных верфях

можно ожидать, что стоимость постройки головного судна составит 30—32 млн дол., а стоимость серийного — 22—24 млн дол.

Схема финансирования строительства судна следующая: собственные средства составляют 20%, заемные — 80%. Условия займа приняты достаточно жесткими — 14% годовых на срок 7 лет с отсрочкой погашения 1 год для обеспечения «ошибки в безопасную сторону».

Эксплуатационные затраты судовладельца определялись как сумма затрат на содержание экипажа, на ремонт и содержание судна, страхование судна, на администрирование, а также оплату пошлины за регистрацию в РМРС и ее ежегодное подтверждение.

Вследствие того, что эксплуатация судна на основной линии перевозок является сезонной, величина фрахтовой ставки существенно зависит от продолжительности периода прибыльной эксплуатации судна (т. е. периода, когда эта величина превышает тайм-чартерный эквивалент судна). Эта особенность позволяет рассмотреть два основных варианта эксплуатации судна в зимний (несудоходный) период:

1. Когда рыночные условия позволяют эффективно (прибыльно) сдавать судно в чартер круглогодично (т.е. в зимний период, например, на европейском рынке). В этом случае фрахтовая ставка является минимальной и составляет порядка 390 тыс. руб./сут.

2. Если рыночные условия складываются таким образом, что прибыльная эксплуатация судна возможна только в летний период (во время его эксплуатации на основной линии), а в зимний период оно работает на самоокупаемости. В этом случае фрахтовая ставка изменяется в зависимости от продолжительности летней навигации.

Необходимо отметить, что судно вместо балластного перехода может перевозить попутный груз предусмотренной проектом номенклатуры (масла, спирты и другие химические грузы), так как существует устойчивый поток импорта в Россию различных жидких химических грузов. В расчете рассмотрен сценарий эксплуатации судна с перевозкой попутного груза, когда предполагается, что продолжительность хода с таким грузом составляет около 30% времени кругового рейса, что существенно снижает затраты на транспортировку СНГ (в соответствии с процедурой временного вывода судна из тайм-чартера (off-hire)).

Очевидно, что наименее экономически эффективным является сценарий, когда судно в зимний период работает в режиме самоокупаемости и не перевозит попутные грузы. Все прочие рассмотренные варианты оказываются более благоприятными.

Результаты экономических расчетов приведены в табл. 2, из которой видно, что, несмотря на заложенные в расчет тяжелые условия кредитования и высокую норму доходности судовладельца, использование предлагаемого судна для транспортировки СНГ позволяет сократить затраты в период навигации приблизительно на 35—50% по сравнению с транспортировкой по ж/д.

Таким образом, проект транспортировки СНГ в России на специализированных судах-газовозах смешанного «река—море» плавания по внутренним водным путям имеет безусловную экономическую привлекательность и направлен на развитие перспективного рынка СНГ в России.

ГАЗОВОЗ ОТ СЕВЕРНОГО ПКБ

На выставке «Нева-2011» на стенде ОАО «ОСК» был представлен разработанный ОАО «Северное ПКБ» проект 23750 — газовоза для транспортировки сжиженного природного газа (СПГ). Проект выполнен в ходе ОКР «Газовоз-250» в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» до 2016 года. Потенциальный заказчик — ОАО «Совкомфлот».

Необходимо заметить, что ранее в нашей стране газовозы для перевозки СПГ не проектировались и не строились. Первый отечественный газовоз разрабатывали с учетом возможности его постройки на существующих судостроительных предприятиях России.

Проектное изображение газовоза вместимостью 79 000 м³

Основные элементы и характеристики газовоза пр. 23750

Длина, м:	
наибольшая	232,4
между перпендикулярами	217
Ширина, м	35
Высота борта, м	22
Осадка, м	10
Дедвейт, т	ок. 39 000
Объем грузовых танков, м³	79 300
Скорость хода, уз	17,5
Дальность плавания, миль	6500
Автономность, сут	30
Экипаж, чел.	30+6