



АЛЕКСАНДР ШЛЯХТЕНКО
 Генеральный директор
 Центрального морского
 конструкторского
 бюро «Алмаз», доктор
 технических наук,
 профессор

Перед конструкторами стояла цель разработать техническое предложение и обосновать основные пути и технические решения создания перспективного мелкосидящего танкера усиленного ледового класса и определить его облик.

В ходе этой работы необходимо было решить следующие основные задачи: выбрать главные размерения, энергетическую установку и движительно-рулевой комплекс, форму обводов корпуса, общесудовые и грузовые системы и устройства, электрооборудование, средства автоматизации, радиосвязи и навигации, принципиальные решения по конструкции корпуса; определить мореходные и ледовые качества судна, скорости хода, комплектацию экипажа; обосновать дальности

плавания и технологию постройки, а также оценить стоимость строительства.

Соисполнителем проекта выступил Центральный научно-исследовательский институт имени академика А.Н. Крылова, переименованный сейчас в Крыловский государственный научный центр. Институт вел проработку обоснования проблем, связанных с эксплуатацией мелкосидящего танкера: специфика района плавания, требования классификационных обществ, возможные грузопотоки, технико-экономическое обоснование эксплуатации и с оптимизацией элементов и характеристик танкера. Кроме того, специалисты Крыловского центра занимались прочностью и конструкцией корпуса, а также отработкой теоретического чертежа, модельными испытаниями на открытой воде и в ледовом бассейне, испытаниями движителей и мореходными испытаниями.

Для получения технико-коммерческих предложений и исходных данных по комплектуемому оборудованию были привлечены несколько зарубежных фирм:

по теме движительно-рулевых колонок – Azipod, преобразователей и трансформаторов, гребного электродвигателя, главных генерирующих агрегатов, главных распределительных щитов высокого и низкого напряжения, системы электродвижения – ABB; главного и стояночного дизель-генераторов – Wartsila; в части вариантов носового грузового устройства – Aker Solutions и APL, подруливающих устройств – Rolls-Royce.

Основные требования технического задания заключались в том, чтобы танкер дедвейтом около 40 тысяч тонн и с осадкой не более 10 метров мог работать на линии Обская губа – Кольский залив по круглогодичному вывозу нефти и газового конденсата. Танкер должен был проектироваться по Правилам Российского морского регистра судоходства в соответствии с требованиями ледового класса Arc7 и оборудоваться носовым грузовым устройством для приема груза с морских терминалов.

Возможны три варианта перехода танкера из Карского в Баренцево море



в зависимости от ледовой обстановки и направления преобладающих ветров. Эти трассы традиционны для Северного морского пути, по ним осуществляется круглогодичная устойчивая навигация. Наибольшая толщина льда в Баренцевом и Карском морях может достигать двух, а в Обской губе – двух с половиной метров. Принимаемые в расчете Крыловского центра периоды обязательной ледокольной проводки танкера для различных ледовых условий (легкие, средние и тяжелые зимы) составляют от двух до шести месяцев.

Ледокольная проводка танкера может осуществляться уже существующим атомным мелкосидящим ледоколом типа «Таймыр» и перспективным атомным двухосадочным ледоколом. На вспомогательных операциях, например, для противопожарного обеспечения или при оказании помощи в позиционировании танкера у морского терминала, используются существующие дизельные ледоколы.

Прием груза осуществляется через носовое грузовое устройство от морского терминала типа сахалинского Де-Кастри или Варандей в восточной части Баренцева моря, выгрузка на береговой терминал возможна через бортовой манифольд.

В процессе выбора главных размеров и архитектурно-конструктивного типа танкера рассматривались «обычные» танкеры дедвейтом около 40 тыс. тонн, челночные танкеры ледового плавания дедвейтом 20 тыс. тонн (Arc5) и 70 тыс. тонн (Arc6), неналивные суда – контейнеровоз и научно-экспедиционное судно (Arc7) и арктические снабженцы (Arc7). Учитывались соотношения главных размерений, коэффициенты общей полноты, энерговооруженность (Ндвиж/Дмакс), типы главной энергетической установки и движительно-рулевого комплекса, а также технические решения по грузовым и балластным танкам, грузовой и балластной системам и средствам динамического позиционирования.

В результате сформировался облик проектируемого танкера «Карск» – уменьшенный вариант челночного арктического 70-тысячника типа «Василий Динков»:

- **ДЛИНА** (наибольшая) уменьшается с 258 до 238–248 м (минус 10–20 м)
- **ВЫСОТА БОРТА** до верхней палубы уменьшается с 21 до 15,8 м (минус 5,4 м)
- **ОСАДКА** в грузу уменьшается с 14 до 9,8 м (минус 4,2 м)
- **ШИРИНА** 34 м (как у существующих арктических 70-тысячников)
- **ГРУЗОВАЯ ЧАСТЬ** – два ряда по пять танков вместимостью ок. 50 тыс. м³, два отстойных танка вместимостью ок. 1200 м³, продольная переборка в диаметральной плоскости
- **ЦИСТЕРНЫ** изолированного балласта в грузовой зоне L-образные, балластные цистерны в носу и в корме (форпик и ахтерпик) вместимостью 25–28 тыс. м³
- **ГРУЗОВЫЕ И БАЛЛАСТНЫЕ НАСОСЫ** погружные с электроприводом
- **«ОБЫЧНЫЕ» МАНИФОЛЬДЫ** на верхней палубе в районе миделя, носовое грузовое устройство
- **ВЕРТОЛЕТНАЯ ПАЛУБА** для эпизодического приема вертолета типа Ми-8
- **ЖИЛАЯ НАДСТРОЙКА И МАШИННОЕ ОТДЕЛЕНИЕ** в корме

Танкер оборудуется дизель-электрической главной энергетической установкой и носовым подруливающим устройством туннельного типа. В связи с малой осадкой необходимо также обеспечить защиту движительно-рулевого комплекса от воздействия льда, поэтому осадка кормой в ледовых условиях должна быть не менее 9,0 м (при диаметре гребного винта 5,6 м)

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ТАНКЕР ЛЕДОВОГО КЛАССА

В рамках федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 годы» по госконтракту с Министерством промышленности и торговли России Центральное морское конструкторское бюро «Алмаз» выполнило разработку концептуального проекта мелкосидящего танкера усиленного ледового класса Arc 7 для работы в Карском море



**В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ
ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ
РАССМОТРЕНЫ ТРИ ВАРИАНТА
КОМПЛЕКТАЦИИ ГЛАВНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКИ И ДВИЖИТЕЛЬНО-
РУЛЕВОГО КОМПЛЕКСА:**

ВАРИАНТ 1:

две движительно-рулевые колонки Azipod по 13 МВт побортно и четыре главных дизель-генератора по 9 МВт;

ВАРИАНТ 2:

одна движительно-рулевая колонка Azipod 13 МВт в ДП и два винта фиксированного шага с гребными электродвигателями по 13 МВт в корпусе побортно и четыре главных дизель-генераторов по 13 МВт;

ВАРИАНТ 3:

два винта фиксированного шага с гребными электродвигателями по 15 МВт в корпусе и два руля побортно и четыре главных дизель-генератора по 10 МВт.

Во всех вариантах предусматривается средство активного управления – носовое подруливающее устройство туннельного типа.

Разработаны три варианта компоновки общего расположения танкера, отличающиеся только в кормовой части (отсеки машинного отделения, движительно-рулевого комплекса, гребного электродвигателя и рулевых машин). Выполнены расчеты нагрузки масс и по теории корабля (статика) оценка стоимости постройки вариантов танкера, а также архитектурная проработка внешнего вида танкера (вид сбоку до и после проработки). Ее результаты учтены при дальнейшей разработке проекта.

Центральный научно-исследовательский институт им. акад. А.Н. Крылова с использованием исходных данных по основным характеристикам и стоимости постройки выполнил эксплуатационно-экономическую оценку работы трех вариантов танкера.

**Расчеты производились
для грузопотока в 6 млн т груза
в год на каждой из линий:**

МЫС ДРОВАЯНОЙ

(вход в Обскую губу)
Кольский залив,
протяженность 1020 миль,

МЫС КАМЕННЫЙ

(средняя часть Обской губы
напротив впадения в нее рек Пур и Таз)
Кольский залив,
протяженность 1268 миль.

Результаты расчетов (удельная стоимость перевозки груза, долл. США/т) для средневзвешенных ледовых условий: 33% зим – легкие, 43% – средние и 24% – тяжелые) приводятся ниже в таблице 1.

Результаты эксплуатационно-экономического расчета показывают:

- разница удельной стоимости перевозки груза (долл. США / т) между тремя вариантами проектируемого танкера с различными пропульсивными комплексами незначительна – 1–4%;
- в связи тяжелыми ледовыми условиями в Обской губе размещение отгрузочного терминала в районе мыса Каменный (средняя часть Обской губы) приводит к увеличению удельной стоимости перевозки на 40–55% по сравнению с терминалом в районе мыса Дрояной (вход в Обскую губу).

Применительно к проектируемому танкеру по итогам выполнения первого этапа можно сделать следующие выводы:

- увеличение мощности на гребных валах (в 1,5 раза, с 26 до 39 МВт) и соответствующее улучшение ледопроеходимости (с 1,45 до 1,85 м, вариант 3 – 1,55 м при мощности на валах по 30 МВт) практически не влияют на экономические показатели (разница 1–4%, ценовой интервал 0,8–1,0 долл. США

/ т) работы танкера, и, учитывая стадию проектирования, можно говорить о равноценности рассмотренных вариантов;

- в наибольшей степени назначению танкера отвечает вариант 1 – два движительно-рулевых комплекса Azipod по 13 МВт (более надежное маневрирование и динамическое позиционирование и резервирование средств активного управления, меньшие главные размерения – длина – и водоизмещение при равноценных экономических показателях работы на линиях эксплуатации и средней строительной стоимости по сравнению с другими вариантами).

Для выбранного за основу для дальнейшего проектирования варианта танкера с двумя ДРК Azipod мощностью по 13 МВт с ГВ диаметром 5,6 м были выполнены следующие работы:

- уточнены главные размерения (добавлена цилиндрическая вставка 6,4 м), общее расположение, нагрузка масс танкера (нагрузка уточнялась по итогам работы ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова / ЦКБ «Балтсудопроект» в части конструкции корпуса) и дедейт танкера, выполнены расчеты теории корабля (статика);
- отработан (совместно ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова) теоретический чертеж корпуса;
- определена расчетная ледопроежимость в новых размерениях и теоретическом чертеже;
- выбраны комплектующие энергетической установки и движители, вспомогательные механизмы и оборудование энергетической установки, выбрана вспомогательная котельная установка, выполнено общее расположение механизмов и оборудования в помещениях энергетической установки;
- выбрано носовое подруливающее устройство;
- выбрано основное оборудование электроэнергетической системы и системы электродвижения с оценкой нагрузок электростанции по режимам;
- выбраны механизмы и оборудование грузовых и общесудовых систем и устройств;
- разработаны мероприятия по пожаро-взрывозащищенности танкера;
- проведены оценочные расчеты прочности корпуса и разработаны конструктивные схемы, выполнен расчет массы металлического корпуса (ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова / ЦКБ «Балтсудопроект»);
- произведен расчет дальности плавания танкера при автономности 40 суток.

Центральный научно-исследовательский институт им. акад. А.Н. Крылова провел

Таблица 1

Вывоз 6 млн т груза в год (на каждой линии)

Наименование	Удельная стоимость перевозки груза, долл. США / т		
	Вариант 1 (26 МВт)	Вариант 2 (39 МВт)	Вариант 3 (30 МВт)
Линия мыс Дровяной - Кольский залив (1020 миль)			
Количество судов (по провозоспособности)	3.59	3.27	3.43
	3.68	3.27	3.52
Критерий 1	23.80 (1.00)	24.43 (1.00)	24.75 (1.04)
	25.58 (1.05)	23.44 (0.98)	24.16 (0.99)
Критерий 2	30.59 (1.00)	28.06 (1.00)	30.86 (1.01)
	28.89 (1.03)	29.80 (0.97)	27.59 (0.98)
Линия мыс Каменный – Кольский залив (1268 миль)			
Количество судов (по провозоспособности)	4.33	4.45	4.75
	-	-	-
Критерий 1	33.96 (1.00)	34.94 (1.03)	33.56 (0.99)
	-	-	-
Критерий 2	47.39 (1.00)	46.31 (0.97)	46.09 (0.97)
	-	-	-

модельные испытания ходкости и маневренности на открытой воде, ледопроеходимости и маневренности во льдах. По их результатам выполнены расчеты ходкости, тяги на швартовых, по динамическому позиционированию и ледопроеходимости натурного танкера. Были также проведены модельные испытания двигателей и мореходные испытания.

Результаты модельных испытаний двигателей подтвердили правильность их выбора и расположения в оконечности судна.

По результатам модельных испытаний мореходности выполнены расчеты качки и мореходности натурного судна, а также расчет колебаний носового грузового устройства в месте присоединения грузового шланга.

Расчетные амплитуды колебаний носового грузового устройства 3 %-ной обеспеченности при волнении до пяти баллов включительно лежат в диапазонах допустимых перемещений, указанных в спецификации для типа Arctic BLS фирмы Aker.

Определены комплектация танкера экипажем и дополнительным персоналом и условия их обитаемости: экипаж двадцать четыре человека плюс пятнадцать человек дополнительного персонала и суэцкая команда в шесть человек.

Выбраны средства автоматизации и динамического позиционирования, определены

основные посты управления судном и его техническими средствами.

Предусмотрена система мониторинга напряжений корпуса судна и ледовой нагрузки корпуса судна.

По результатам опытно-конструкторских работ выполнены чертежи общего расположения танкера, определены его основные характеристики.

Специалисты Крыловского центра также выполнили расчеты технико-экономических показателей работы проектируемого мелкосидящего танкера ледового класса Arc7 дедвейтом ~ 40 тыс. т в сопоставлении с аналогом – танкером ледового класса Arc7 дедвейтом ~ 20 тыс. т типа «Енисей» проекта Nordic AT19, разработанным на базе судна «Норильский никель» и построенным на немецкой верфи Nordic Yards в 2011 году.

Результаты разработки концептуального проекта мелкосидящего танкера усиленного ледового класса (Arc 7) для работы в Карском море (шифр «Карск») предлагается использовать при дальнейшем проектировании, а также инвестиционными, добывающими и судоходными компаниями, заводами-строителями, проектантами и предприятиями-изготовителями механизмов и оборудования, научно-исследовательскими организациями. **ОСК**

Примечания к таблице 1.

КРИТЕРИЙ 1

общие эксплуатационные расходы (содержание экипажа, страховка, ремонт, портовые сборы, расходы на топливо), все за 25 лет, + капитальные затраты (стоимость постройки судов), отнесенные к провозоспособности за 25 лет (ледокольная проводка выполняется, ее стоимость не учитывается).

КРИТЕРИЙ 2

критерий 1 + стоимость ледокольной проводки за 25 лет.

В ЧИСЛИТЕЛЕ

проводка перспективным универсальным атомным двухосадочным ледоколом.

В ЗНАМЕНАТЕЛЕ

проводка существующим атомным мелкосидящим ледоколом типа «Таймыр».

Проводка танкера на участке мыс Дровяной – мыс Каменный ледоколом типа «Таймыр» неэффективна в связи с тяжелыми ледовыми условиями, поэтому на линии мыс Каменный – Кольский залив расчет выполнялся только для двухосадочного ледокола.