

# Ледоколы и буксиры НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

С. И. БУЯНОВ, канд. экон. наук, заместитель генерального директора ЗАО «ЦНИИМФ»,

Л. Г. ЦОЙ, докт. техн. наук, заведующий лабораторией ледокольной техники и ледовых качеств судов ЦНИИМФ



**Центральный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота (ЦНИИМФ) в рамках реализации федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 гг.» осуществил разработку проектов новых ледоколов и вспомогательных судов.**

Строительство судов нового поколения является актуальной народно-хозяйственной задачей. Обновление водного морского транспорта повысит эффективность растущих перевозок грузов, кроме того, оно необходимо для безопасности их транспортировки.

В 2008 г. Постановлением Правительства РФ утверждена федеральная целевая программа «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 гг.». Реализация программы должна проходить в два этапа. На первом (2009–2011) разрабатываются первоочередные проекты, базирующиеся в основном на уже имеющемся научно-техническом заделе, выполняются работы по модернизации базы отечественного судостроения. Второй этап (2012–2016) предполагает завершение работ по модернизации и развитию опытно-конструкторской и научно-экспериментальной базы судостроения, а также создание перспективных решений и технологий для нового поколения морской техники. Программа состоит из семи направлений:

- технология создания морской техники для освоения углеводородных ресурсов на шельфе;
- теоретические и экспериментальные исследования в обеспечение создания перспективной морской техники;
- исследовательское проектирование и разработка концептуальных проектов морской техники;
- производственные технологии строительства и ремонта морской техники;
- технологии создания морского радиоэлектронного оборудования и систем управления;
- технология судового машиностроения, судовых энергетических установок и систем;
- системные исследования развития морских технологий и рынков.

Центральный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт морского флота — головная научная организация России в области морского транспорта — участвует в реализации одного из направлений федеральной программы, а именно — в разработке концептуальных проектов морской техники. Предполагается проектирование судов транспортного флота (в том числе судов-газовозов), дизель-электрических ледоколов, сухогрузных и наливных судов речного и смешанного (река — море) плавания, судов вспомогательного флота, морских и речных пассажирских судов.

Разработка концептуального проекта включает:

- технико-экономическое обоснование судна;
- описание основных технико-эксплуатационных требований к судну;
- создание технического задания на разработку проекта судна;
- создание эскизного проекта судна.

Государственным заказчиком в области ледокольного флота, речных судов и судов смешанного (река — море) плавания, вспомогательного флота и пассажирских судов выступает Федеральное агентство морского и речного транспорта.

В 2010 г. ЦНИИМФ разработал концептуальные проекты портовых и вспомогательных ледоколов, эскортных буксиров и буксиров нового поколения.

## Проект вспомогательного ледокола мощностью 10–12 МВт

Актуальность данной разработки обусловлена тем, что все существующие ледоколы близкой мощности вырабатывают свои нормативные ресурсы. В ходе работы над проектом были проанализированы состояние и перспективы развития замерзающих портов

морских бассейнов, изучена динамика освоения новых месторождений углеводородов. Специалисты института исследовали опыт эксплуатации существующих вспомогательных ледоколов мощностью 8–14 МВт и основные направления использования перспективных ледоколов. Были также изучены ледовые (включая прогнозные) и гидрометеорологические условия в предполагаемых районах эксплуатации многоцелевых ледоколов.

Специалисты института выполнили проектно-исследовательские проработки вариантов ледокола для различных сценариев эксплуатации, смоделировали эксплуатационную деятельность судна на различных бассейнах. Кроме того, были определены стоимостные показатели строительства и эксплуатации ледоколов, разработан вариантный ряд для выполнения сравнительных технико-экономических расчетов, оценена экономическая эффективность различных вариантов ледокола на проводках судов.

Как показали результаты работы, наиболее эффективным является ледокол мощностью 10 МВт, в котором в качестве движительно-рулевого комплекса используются две полноповоротные винторулевые колонки. Для него разработано техническое задание на проектирование и эскизный проект.

## Проект мелкосидящего ледокола река — море плавания мощностью около 4 МВт

В данном проекте ЦНИИМФ выступал в качестве соисполнителя (головной исполнитель — Морское инженерное бюро, г. Одесса). Его актуальность обусловлена теми же обстоятельствами, что и в случае с первым проектом.

В ходе работы были проведены исследования замерзающих портов южных бассейнов России, проанализирована динамика их грузооборота с учетом сезонности, а также ледовые, гидрометеорологические и гидрографические условия в предполагаемых районах эксплуатации создаваемого ледокола. Кроме того, специалисты изучили опыт эксплуатации мелкосидящих речных ледоколов и сферу ис-

пользования перспективных мелкосидящих ледоколов река — море плавания мощностью около 4 МВт на морских бассейнах России.

На основе анализа обводов существующих речных ледоколов, с учетом назначения и особенностей эксплуатации проектируемого судна, были определены основные параметры формы его корпуса, которые обеспечат минимальное ледовое сопротивление, а также хорошие маневренные качества при плавании во льдах и удовлетворительные мореходные качества на открытой воде.

Технико-экономическое обоснование проекта, выполненное на основе математического моделирования эксплуатационной деятельности двух вариантов ледоколов, включает в себя определение расчетных схем эксплуатации этих судов, прогноз их суточного бюджета расходов и расчеты эксплуатационных и экономических показателей. В итоге оптимальным вариантом для эксплуатации в Азово-Черноморском и Каспийском бассейнах России признан ледокол мощностью 4 МВт с двумя полноповоротными винторулевыми колонками фирмы Schottel.

В результате исследования были сформулированы основные технико-эксплуатационные требования к ледоколу, подготовлен проект технического задания на его проектирование и эскизный проект базового варианта судна.

### Проект двухосадочного атомного ледокола

В 2000 г. в работе «Обоснование состава и основных параметров перспективных ледоколов для обеспечения арктической морской транспортной системы „Севморпуть“», выполненной по заказу Минтранса России, ЦНИИМФ обосновал целесообразность создания атомного арктического ледокола нового поколения в двухосадочном варианте.

Согласно обоснованию, чтобы повысить надежность и безопасность круглогодичных проводок перспективных судов в западном районе Арктики, размерения (в частности, ширина) и мощность перспективного атомного ледокола должны быть больше, чем у существующих атомоходов класса «Арктика». Это прежде всего важно для проводки крупнотоннажных танкеров дедвейтом 70–120 тыс. т, предназначенных для экспорта сырой нефти, добываемой в арктических регионах. Увеличение размеров атомных ледоколов неизбежно приводит к появлению избыточной плавучести, которая не может компенсироваться запасами топли-

ва, как у ледоколов, работающих на углеводородном топливе.

Соответственно, при проектировании атомного ледокола необходимо было достигнуть минимальной рабочей осадки, которая позволила бы использовать его в условиях мелководья, в том числе в низовье Енисея и в Обской губе. На глубоководных трассах осадка большого ледокола будет увеличиваться за счет приема жидкого балласта, и это даст ему возможность более эффективно использовать свою мощность и массу, что необходимо для работы в тяжелых дрейфующих льдах арктических морей и на проводках крупнотоннажных судов. Таким образом, маневрируя балластом, проектируемый ледокол будет в состоянии совместить функции тяжелого линейного трассового ледокола и мелкосидящего речного, причем со значительно более высокой эффективностью по сравнению с существующими арктическими линейными ледоколами типа «Арктика» и ледоколами с ограниченной осадкой типа «Таймыр».

По результатам выполненного исследования ЦНИИМФ разработал основные технико-эксплуатационные требования к арктическому двухосадочному атомному ледоколу нового поколения (ЛК-60Я), а в 2003 г. представил «Предложение по облику ледокола нового поколения и о порядке разработки ТЗ на его проектирование». В документе были описаны преимущества и высокая эффективность двухосадочного двухреакторного ледокола в сравнении с мелкосидящим однореакторным, а также глубокоосидящим двухреакторным, не имеющим возможности всплытия до проходной осадки на Енисее и в Обской губе.

Универсальное назначение и многоцелевое использование перспективного атомного ледокола, который будет работать в ледовых условиях Арктики, обуславливает применение традиционной (клиновидной) формы обводов корпуса.

Исследования по выбору формы носовой оконечности позволили выявить значительные резервы в части снижения ледового сопротивления при традиционном способе разрушения льда. Как показали натурные и модельные испытания в мореходном и гидродинамическом бассейнах, при этом могут быть сохранены удовлетворительные мореходные качества и ходкость судна на открытой тихой воде.

На базе проведенных многочисленных серийных модельных испытаний в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (АНИИ)



**Рис. 1. Общий вид универсального двухосадочного атомного ледокола по техническому проекту ОАО «ЦКБ „Айсберг“»**

и арктическом исследовательском центре Kvaerner Masa-Yards (Турку, Финляндия), а также контрольных сравнительных испытаний в ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова разработаны и предложены усовершенствованные традиционные обводы корпуса для универсальных арктических ледоколов. Анализ результатов исследования показал, что рекомендуемое совершенствование обводов корпуса ледоколов позволит увеличить их ледопробитность (при неизменной мощности ЭУ) на 15–20 %, что соответствует энергосбережению до 50 % при заданной ледопробитности.

Кроме того, ЦНИИМФ выполнил сравнительный анализ экономической эффективности ледокольного обеспечения перевозок по Северному морскому пути, подтвердивший экономическую целесообразность создания нового арктического ледокола одного типа-размера вместо двух.

Таким образом, для строительства в качестве перспективного атомного арктического ледокола нового поколения рекомендован универсальный двухосадочный ледокол типа ЛК-60Я мощностью на валах 60 МВт, шириной 33 м, ледопробитностью 2,8–2,9 м и с переменной осадкой от 10,5 до 8,5 м.

Ниже перечислены основные преимущества данного ледокола.

1. Увеличенная по сравнению с существующими линейными арктическими ледоколами класса «Арктика» ширина (с 28 до 33 м) и, соответственно, большие водоизмещение (на 43 %) и инерционная масса позволят обеспечить более эффективные и безопасные проводки перспективных крупнотоннажных танкеров дедвейтом до 100–120 тыс. т.

2. Мощность ледокола, равная 60 МВт, что соответствует ледопробитности около 2,9 м, позволит ему обеспечить надежную круглогодичную и практически не зависящую от формирующихся ледовых условий навигацию в западном районе Арктики. Как показалось изучение многолетнего опыта постройки и эксплуатации арктических ледоколов, для обеспечения надежной круглогодичной навигации в западной части Карского моря достаточно, чтобы ли-

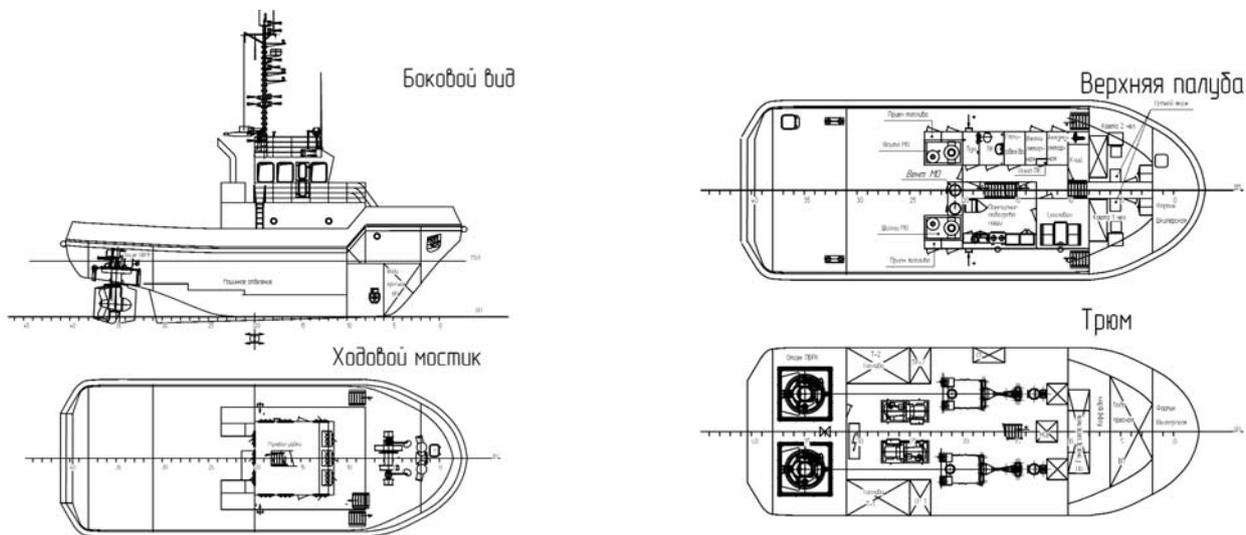


Рис. 2. Общий вид буксира-кантовщика мощностью 1300 кВт

нейный ледокол имел ледопроемность 2,6 м. Это касается традиционных проводок судов, имеющих меньшее или соизмеримое с ледоколами водоизмещение. В ситуации, когда в дрейфующих торосистых льдах преобладают крупнотоннажные суда, ледокол должен иметь дополнительный запас мощности. Ледокол ЛК-60Я, обладая данным запасом мощности и большой инерционной массой, позволит гарантировать безопасность проводок крупнотоннажных судов в Карском море.

3. Осадка ледокола типа ЛК-60Я может быть уменьшена до значения 8,5 м, что при его повышенной ледопроемности и способности маневрирования балластом обеспечит эффективные проводки судов в мелководных арктических районах (речной участок трассы Мурманск — Дудинка, Обская губа, западное побережье п-ва Ямал, Хатангский залив, проливы Новосибирских островов, подходы к Тикси, мысу Шмидта и др.). Таким образом, специализированные мелкосидящие ледоколы типа «Таймыр», не обладающие столь выдающимися характеристиками, могут быть сняты с производства, что будет способствовать существенно упрощению и удешевлению ремонтной базы атомных ледоколов.

4. Способность двухосадочного ледокола типа ЛК-60Я уменьшать осадку для работы на енисейском участке линии Мурманск — Дудинка даст возможность осуществлять сквозные проводки судов с грузами Норильского ГМК и в дальнейшем сократить потребность в ледоколах, работающих на этой линии с 5 до 3 единиц, а в транспортных судах типа «Норильск-2» — с 6 до 5 единиц. При этом себестоимость перевозки грузов Норильского ГМК с учетом ледокольного обеспечения снизится на 21 % при тя-

желом типе ледовых условий и на 14 % — при средних типовых условиях. Такое снижение себестоимости объясняется повышением скоростей проводок судов на речном участке ледовой трассы, возможностью выполнения более эффективных буксировок судов из-за существенно увеличенной массы ледокола, а главное, исключением больших потерь времени на передачу судов с морского на речной участок и обратно.

#### Проекты буксиров нового поколения

Значимость данной разработки связана с увеличением грузооборота морских портов, возросшей интеграцией отечественных и зарубежных промышленных предприятий, требующей доставки крупногабаритных грузов и сооружений, многие из которых могут быть перевезены только морским путем. В настоящее время к транспортным буксировкам привлекаются дорогие специализированные аварийно-спасательные буксиры или менее приспособленные к длительным рейсам буксиры-кантовщики. Это приводит к большим затратам на буксирные операции как на море, так и по смешанным (река — море) маршрутам.

В ходе работы над проектом были выявлены основные направления буксирных операций, определены расчетные объекты буксировок на перспективу, установлены оптимальные мощности буксиров. Специалисты института провели исследования, связанные с выбором рационального архитектурно-конструктивного типа буксиров, тяговых характеристик, формы обводов корпуса, характеристик энергетической установки и движительно-рулевого комплекса и пр. По мнению исследователей, новым требованиям, касаю-

щимся технических характеристик судна, а также его экономической эффективности, отвечает эскизный проект буксира мощностью 1200 кВт.

#### Проекты буксиров-кантовщиков мощностью до 5000 кВт

Актуальность проектов обусловлена увеличением грузооборота морских портов, ростом количества судозаходов, изменением дедвейта обрабатываемых судов, значительным возрастом основного флота буксиров-кантовщиков и их недостаточными маневренными качествами.

В ходе работы специалисты спрогнозировали динамику развития морских портов и объектов нефтегазового комплекса (включая прогноз количества судозаходов транспортных судов), установили типы и дедвейты судов, для обслуживания которых требуются буксиры-кантовщики.

Институт выполнил технико-экономическое обоснование нового буксира-кантовщика и анализ его технико-экономических показателей. Это позволило сделать следующие выводы:

- использование в портах более маневренных буксиров-кантовщиков с полноповоротными винто-рулевыми колонками позволяет сократить потребность в буксирном обеспечении на 30–60 % в зависимости от структуры судозаходов в морские порты;
- коэффициент использования рабочего времени показывает эффективность эксплуатации в расчетных портах буксиров-кантовщиков с полноповоротными колонками мощностью 1300 кВт.

С учетом выводов был избран базовый вариант и разработан эскизный проект транспортного буксира-кантовщика.