УДК 629.5

Атомные ледоколы и освоение арктического шельфа

В. М. Воробьев [1], кандидат технических наук
ОАО «ЦКБ “Айсберг”»

В. С. Никитин [2], доктор технических наук,
Ю. А. Симонов [3], кандидат технических наук,
В. Н. Половинкин [4], доктор технических наук,
В. И. Шлячков [5]
ФГУП Крыловский государственный научный центр

Исследовано современное состояние и перспективы применения атомных ледоколов при освоении арктического шельфа, определены их роль и место. Рассмотрены этапы разработки стационарных морских сооружений. Приведены отдельные технологические и конструктивные решения по освоению арктического шельфа, например подводного отгрузочного нефтяного терминала, по созданию морского гравитационного ледостойкого терминала. Представлен прогноз дальнейших работ по освоению арктического шельфа.

Ключевые слова: *Арктический ледокольный флот России, атомные ледоколы, освоение арктического шельфа, суда ледокольного типа, дизель-электрические ледоколы, ледостойкие платформы и терминалы.*

До последнего времени ледоколы в Арктике использовались преимущественно для обслуживания транспортных судов, перевозящих различные грузы в том или ином направлении, и в отдельных случаях для решения разовых задач, например доставки грузов и персонала на дрейфующие полярные станции.

Арктический ледокольный флот России всегда был наиболее мощным в мире. Его наращивание происходило непрерывно и планомерно, многие годы, обеспечивая развитие народного хозяйства в Арктической зоне. Максимального развития он достиг в конце 90-х годов XX в. В это время в эксплуатации находилось семь атомных и девять дизель-электрических ледоколов. Атомные ледоколы обслуживались на специально созданной базе атомного флота в Мурманске, откуда отправлялись и в западный, и в восточный сектора Арктики. Дизель-электрические ледоколы базировались в Мурманске и Владивостоке, обслуживая соответственно западный и восточный сектора Арктики.

С возникновением стационарных морских сооружений у ледокольного флота появились дополнительные задачи. Первым стационарным сооружением стал подводный терминал (рис. 1), установленный ОАО «Мурманское морское пароходство» в районе Варандея в Печорском море в 2001 г., на который нефть поступала по подводному трубопроводу с берегового хранилища нефти.

Терминал был рассчитан на отгрузку до 2500 тыс. т нефти в год. Специально для этой системы отгрузки нефти пароходство построило на Адмиралтейских верфях пять танкеров типа «Астрахань» дедвейтом около 20 тыс. т усиленного ледового класса с устройствами для стыковки с подводным терминалом (рис. 2).

Отгрузки нефти производились как в летнее, так и в зимнее время, их обеспечение зимой осуществлял дополнительно оборудованный для этого дизель-электрический ледокол «Капитан Николаев» (рис. 3).

Следующим более серьезным шагом стало создание морского гравитационного ледостойкого терминала в районе поселка Варандей в Печорском море для регулярной круглогодичной отгрузки нефти, добываемой на сухопутных месторождениях, накапливаемой в береговых хранилищах и доставляемой к терминалу по подводному трубопроводу. Расчетный объем отгрузки может достигать 12 млн т

[1] krylov@ krylov.spb.ru.
[2] krylov@ krylov.spb.ru.
[3] krylov@ krylov.spb.ru.
[4] Vnpolo@yandex.ru.
[5] krylov@ krylov.spb.ru.

нефти в год. Для отгрузки нефти были построены танкеры усиленного ледового класса дедвейтом около 70 тыс. т (рис. 4).

Обеспечение отгрузки нефти в этой системе осуществляют вспомогательное ледокольное судно и ледокольный буксир, постоянно находящиеся у терминала (рис. 5). В проводке этих весьма крупных танкеров во льдах участвуют более мощные дизель-электрические ледоколы, а в случае необходимости — атомные ледоколы.

Новый этап развития морских отгрузок нефти наступил с введением в эксплуатацию морской гравитационной ледостойкой платформы «Приразломная», находящейся в определенном удалении от Варандейского терминала в Печорском море. В этом случае сама платформа служит терминалом, поскольку добываемая нефть закачивается в хранилище, размещенное в корпусе платформы. Данный проект предусматривает также отгрузку танкерами усиленного ледового класса дедвейтом около 70 тыс. т (рис. 6).

Ежегодный объем отгрузки нефти должен достигнуть примерно 8 млн т. Обеспечение отгрузки с платформы осуществляют специально построенные ледокольные суда мощностью 15 МВт (рис. 7).

Платформа «Приразломная» универсальная — она одновременно и буровая, и добычная, на нее требуется постоянный завоз различного вида снабженческих грузов. Представленное на рис. 7 ледокольное судно приспособлено среди прочего и для доставки таких грузов. Для сопровождения танкеров во льдах при сложной ледовой обстановке привлекаются атомные ледоколы.

Следующим ожидаемым проектом освоения шельфа в этом районе является освоение Долгинского месторождения, находящегося в стадии разведочного бурения.

Все три проекта, реализуемые в Печорском море, располагаются в наиболее благоприятном по

Рис. 1. Установка подводного отгрузочного нефтяного терминала в районе Варандея

Рис. 2. Танкер типа «Астрахань», присоединенный к подводному терминалу бронированным шлангом

Рис. 3. Ледокол «Капитан Николаев», переоборудованный для обеспечения зимней отгрузки нефти танкерами типа «Астрахань»

Рис. 4. Танкер типа «Василий Динков», швартуемый к Варандейскому ледостойкому терминалу

Рис. 5. Буксир «Тобой» и ледокол «Варандей», обслуживающие Варандейский стационарный терминал

ледовым условиям районе, фактически на западной окраине арктического региона. Поэтому участие там атомных ледоколов следует рассматривать как эпизодическое, главным образом при проводке судов в сложных ледовых условиях.

Более серьезная нагрузка на ледоколы (и прежде всего атомные) ляжет при перемещении мест отгрузки углеводородов в более восточные районы начиная с Карского моря, где ледовые условия намного суровее.

Первый крупный проект, находящийся в стадии наиболее близкой реализации, — круглогодичная морская отгрузка нефти сухопутного Новопортовского месторождения из Обской губы. Предусматриваются морской ледостойкий терминал, танкеры ледового класса дедвейтом около 40 тыс. т, вспомогательные дизель-электрические ледоколы мощностью порядка 22 МВт. Предполагается, что ледоколы будут работать только на участке, ограниченном акваторией Обской губы. На морском участке потребуется поддержка атомным ледоколом. В 2014—2015 гг. были опробованы временные схемы отгрузки нефти Новопортовского месторождения в летнее и зимнее (через припай) время. Проводку танкеров типа «Астрахань» зимой осуществлял атомный ледокол.

Более крупным проектом по вывозу углеводородов с сухопутных месторождений и соответственно с более поздней реализацией является морская транспортировка сжиженного природного газа (СПГ) из порта Сабетта (проект «Ямал СПГ»). Объем вывоза СПГ должен достигнуть 15 млн т. Уже длительное время в большом объеме в этот порт завозятся строительные грузы, в том числе в зимний период, сухогрузными судами ледового класса (рис. 8) и с поддержкой ледоколов.

В более отдаленной перспективе ожидается еще один не менее крупный проект — «СПГ-2». Он также связан с вывозом из

Обской губы сжиженного природного газа с объемом отгрузки до 15 млн т.

Масштабы привлечения атомных ледоколов в этих проектах следует рассматривать применительно к каждому из них. Исследования свидетельствуют, что изучение проблемы возможности и целесообразности применения атомных ледоколов при освоении арктического шельфа требует особого внимания.

Начальным этапом освоения шельфа являются сейсморазведочные работы, которые обычно выполняются со специальных геофизических судов, приспособленных к буксировке сейсмокос (одной и более). Такие работы могут проводиться только в условиях, когда исследуемые районы акватории освобождаются ото льда. Продолжительность существования в Арктике подобных благоприятных условий составляет до трех месяцев в западном районе и до одного месяца в восточном районе. Суда, предназначаемые для выполнения данных работ, должны по условиям безопасности иметь надлежащий ледовый класс. При этом ледокольное обеспечение может потребоваться только как оперативная помощь, особенно при попадании судов в условия сжатий. В случае удаленности многих районов сейсморазведки от мест базирования, вероятно, такую помощь сможет оказать только атомный ледокол. Таким образом, при сейсморазведке традиционным способом буксировки сейсмокос необходимо учитывать вероятность привлечения атомных ледоколов. Принципиально возможным и известным из практики вариантом геофизических работ является выполнение сейсморазведки со льда. В этом случае период работы и соответственно объем сейсморазведки могут быть значительно увеличены. Для таких работ, выполняемых в течение достаточно длительного времени и с возможностью перехода из одного района в другой, было

Рис. 6. Подход танкера типа «Михаил Ульянов» к платформе «Приразломная» для отгрузки нефти

Рис. 7. Ледокольное судно типа «Юрий Топчев» для обслуживания платформы «Приразломная»

Рис. 8. Судно, осуществляющее доставку строительных грузов в порт Сабетта

бы перспективно приспособление для этого атомного ледокола.

Следующим этапом освоения месторождений на шельфе является разведочное бурение скважин. Использование предназначенных для этого традиционных технических средств (самоподъемных плавучих буровых установок и полупогружных плавучих буровых установок) возможно в Арктике лишь в чрезвычайно благоприятных по ледовой обстановке условиях. Фактически можно говорить только о Баренцевом море. В Карском и других более восточных морях Северного Ледовитого океана могут использоваться только два вида технических средств — буровые суда ледового класса во время короткого периода чистой воды и ледостойкие гравитационные буровые платформы, которые могут находиться на точке бурения круглогодично.

Область использования буровых судов ограничена глубинами от 70 м и выше. Гравитационные платформы могут работать на глубинах от 6—7 до 70 м. Большинство месторождений углеводородов в Арктике располагается на ограниченных глубинах, где разведочное бурение можно вести с использованием ледостойких гравитационных буровых платформ. Доставка их в район буровых работ и установка на место должны производиться по возможности по чистой воде. Тем не менее их продолжительность будет достаточно большой. Таким образом, эти операции скорее всего потребуют привлечения атомных ледоколов. После установки буровых платформ на точке бурения обслуживание платформ состоит в постоянном присутствии вблизи платформы дежурного судна, периодической доставке на платформу грузов снабжения и в осуществлении периодической смены вахт на платформе. Во всех трех видах обслуживания участвуют морские суда. При нахождении буровой платформы во льдах для доставки снабжения потребуется эпизодическое участие ледоколов. Смена вахт также может производиться с участием ледоколов, особенно в случае большой удаленности платформы от базы, не позволяющей использовать вертолет, базирующийся на платформе. Также представляется нецелесообразным непрерывное дежурство ледоколов вблизи платформы в ледовый период, поскольку затраты на их содержание весьма велики.

Таким образом, можно констатировать, что на обслуживании ледостойкой гравитационной буровой платформы участие ледоколов будет эпизодическим. Бóльшую часть времени такие ледоколы будут выполнять традиционные функции проводки транспортных судов. Ввиду сложности ледовых условий и удаленности разведываемых месторождений представляется, что перечисленные задачи могут решать только атомные ледоколы. Если по каким-либо причинам станет актуальной задача освоения глубоководных месторождений, где разведочное бурение может осуществляться с помощью арктических буровых судов, то ситуация с ледокольным обслуживанием будет определяться следующим. Поскольку буровые суда должны удерживаться на точке с помощью якорной системы и частично работой подруливающих винторулевых колонок, они могут выполнять свою работу только в условиях чистой воды или слабого льда. При этом необходимо принимать во внимание, что кроме непосредственно бурения им необходимо время, чтобы осуществить якорное раскрепление и затем его демонтировать. Поэтому ледокол потребуется (возможно) при движении судна к месту бурения во льдах, затем он должен защищать буровое судно в процессе всего бурения и снятия с точки от вероятного воздействия льда, а также, возможно, при возвращении судна из района буровых работ. При большом удалении районов буровых работ от баз снабжения вероятнее всего будет целесообразно использование атомных ледоколов.

Следующим этапом освоения месторождений является бурение эксплуатационных скважин. На глубинах от примерно 70 м и выше в ближайшей и более отдаленной перспективе такую работу смогут выполнять только буровые суда. Соответственно ледокольное обеспечение должно быть таким же, как и при разведочном бурении. Для выполнения буровым судном всего объема разбуривания эксплуатационных скважин потребуется несколько лет из-за короткого навигационного периода (один-три месяца). Таким образом, и в этом случае занятость обеспечивающих ледоколов в течение года будет кратковременной.

Для глубин до 70 м работы разбуривание эксплуатационных скважин может вестись с гравитационных буровых платформ, совмещающих возможности разведочного и эксплуатационного бурения. При этом потребность в ледокольном обеспечении будет не меньше той, которая необходима при разведочном бурении. Разбуривание эксплуатационных скважин на глубинах до 70 м может осуществляться также с ледостойких гравитационных эксплуатационных платформ, предназначаемых одновременно и для буровых работ. В этом случае участие ледоколов потребуется в период буксировки и установки платформы, затем на протяжении всего срока ее эксплуатации (20—30 лет) — для периодической доставки грузов снабжения и смены вахт. В зависимости от глубин, на которых будут устанавливаться платформы, а также от тяжести ледовых условий для их обслуживания могут потребоваться ледоколы различной мощности.

Завершающим этапом освоения месторождений является добыча углеводородов и их отгрузка. При больших глубинах добыча и отгрузка углеводородов осуществляется с использованием подводных добычных комплексов (ПДК), устанавливаемых на дне, и подводных трубопроводов (ПТ). При этой технологии основной проблемой является обеспечение доступа с поверхности, покрытой льдом, к ПДК и ПТ. Для этого планируется создание специальных судов

ледового класса, но их эксплуатация, как можно ожидать, также будет связана с ледокольной поддержкой.

При использовании на доступных глубинах ледостойких гравитационных добычных платформ и отгрузке с них нефти на суда потребуются достаточно крупные танкеры высокого ледового класса, тем не менее нуждающиеся в ледокольном сопровождении.

Особого рассмотрения, выходящего за рамки данной статьи, заслуживает вопрос добычи и отгрузки сырья на месторождениях природного газа.

Подводя итоги проведенного анализа, примем во внимание, что в настоящее время реально идет речь только о трех типах атомных ледоколов: трех строящихся универсальных ледоколах мощностью 60 МВт, проектируемом ледоколе-лидере мощностью 110—130 МВт и проектируемом мелкосидящем ледоколе мощностью 40 МВт. Универсальные атомные ледоколы предназначены для проводки судов, оказания им помощи, а также буксировки в случае необходимости как судов, так и других морских объектов. К выполнению специальных задач освоения арктического шельфа они не предназначались. Будущий атомный ледокол-лидер предназначен для обеспечения уверенной круглогодичной транспортной работы на всем протяжении Северного морского пути, а также возможности быстрого прибытия в любую точку Арктики (где позволяет его осадка) для оказания необходимой помощи. Для специальной работы на освоении шельфа он не предназначается.

Таким образом, только мелкосидящий атомный ледокол мощностью 40 МВт может рассматриваться применительно и к задачам освоения шельфа. Наиболее понятной дополнительной его функцией кроме проводки судов, буксировки судов и платформ являются периодическое снабжение буровых и добычных платформ необходимыми грузами, а также, возможно, доставка на берег сменного персонала платформ. Для этого необходимы соответствующая площадь палубы, емкости для специфических грузов, специальные грузовые устройства, помещение для сменной вахты, и все это с учетом защиты от неблагоприятного воздействия различных гидрометеоусловий. Не исключается также возможность отдельного создания модификации ледокола для круглогодичных геофизических исследований в Арктике в интересах Росгеологии.

Мелкосидящий атомный ледокол, как и все атомные ледоколы, должен быть приспособлен к выполнению спасательных операций, но его отличие будет состоять в возможности взаимодействия при этом с высокобортными нефтегазовыми платформами. При этом следует иметь в виду, что на платформах численность персонала может достигать 200 человек.

В заключение стоит отметить, что в настоящее время в стране идет интенсивное строительство новых дизель-электрических ледоколов, два из них (мощностью по 16 МВт) уже находятся в эксплуатации, три (мощностью по 18 МВт) строятся, строится также первый ледокол мощностью 25 МВт, а в заказе находятся ледоколы мощностью около 22 МВт. В связи с наращиванием атомного ледокольного флота возникает вопрос, какова возможная роль этих судов в Арктике. Первые два типа ледоколов в первую очередь необходимы для обслуживания замерзающих морей России. В летнее время, наступающее в замерзающих бассейнах, они эпизодически могут привлекаться к использованию в Арктике, но с серьезными ограничениями по дальности действия от бункерных баз. Ледоколы мощностью 25 МВт фактически могут заменить выводимые из эксплуатации в Арктике существующие дизель-электрические ледоколы финской постройки, но они также ограничены зоной действия по запасам топлива. Вероятнее всего, район их эксплуатации будет ограничен западным районом Арктики, и, возможно, они могут использоваться в восточном районе с соответствующим базированием. Некоторые задачи при освоении шельфа они могут взять на себя. Ледоколы мощностью около 22 МВт будут использоваться в Обской губе для обслуживания нефтяного терминала и танкеров.

Однако решающую роль при освоении арктического шельфа наряду с обеспечением транспортных перевозок, несомненно, будут играть атомные ледоколы. Из них наиболее востребованными в задачах освоения шельфа будут создаваемые мелкосидящие атомные ледоколы мощностью 40 МВт. Комбинированное назначение этих ледоколов должно будет отразиться на их архитектурно-конструктивном облике.

Литература

1. *Богданов Н. А.* Тектоника Арктического океана // Геотектоника. — 2004. — № 4. — С. 21—42.

2. *Лаверов Н. П., Богоявленский В. И., Богоявленский И. В.* Углероды Арктической зоны РФ в мировой нефтегазовой индустрии // Арктич. ведомости. — 2015. — № 3 (14). — С. 46—53.

3. *Никитин В. С., Половинкин В. Н., Симонов Ю. А. и др.* Атомная энергетика в арктическом регионе // Арктика: экология и экономика. — 2015. — № 4 (20). — С. 86—96.

4. *Алексашин А. А., Половинкин В. Н.* Современное состояние и перспективы развития ледового судостроения и судоходства // Арктика: экология и экономика. — 2015. — № 1 (17). — С. 18—31.

5. *Никитин В. С., Иванов Ю. М., Симонов Ю. А.* Развитие морской деятельности в российской Арктике // Арктика: экология и экономика. — 2015. — № 2 (18). — С. 78—88.

6. *Дехтярук Ю., Карышев И., Кораблева М. и др.* Форсайт гражданского судостроения-2030 // Форсайт. — 2014. — Т. 8, № 2. — С. 30—45.

7. Зарубежное судостроение: Дайджест новостей. — 2015. — № 22. — 99 с.