

Создание перспективной техники для освоения российского шельфа: научный и проектный задел



Е. М. Апполонов,
доктор техн. наук, заместитель генерального директора ФГУП «Крыловский государственный научный центр», лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники



А. В. Чемоданов, начальник отдела — заместитель начальника Центра исследований и проектных разработок средств освоения ресурсов морей и океанов, ФГУП «Крыловский государственный научный центр»



Е. В. Бабчук, начальник сектора исследований рынка гражданской морской техники, координации работ по федеральным целевым программам, обеспечения оперативного взаимодействия с департаментом судостроительной промышленности и морской техники Минпромторга РФ, ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

Судостроение — отрасль с традиционно высоким научно-техническим и производственным потенциалом, способная значительно влиять на развитие смежных отраслей промышленности. Поэтому государство уделяет особое внимание совершенствованию морских и судостроительных технологий. В обозримой перспективе основным заказчиком гражданского сектора судостроительной промышленности будет нефтегазовая отрасль, нуждающаяся в технике для развития месторождений и добычи углеводородов в сложных условиях шельфовой зоны.

В 2008 г. была утверждена Федеральная целевая программа «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 гг.» (ФЦП РГМТ), реализация которой уже перевалила экватор. ФЦП сконцентрирована на научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, которые должны обеспечить новые научно-технические решения и новые технологии для гражданской судостроительной промышленности, повысить потенциал судостроения. Комплекс накопившихся к моменту старта программы научно-технических проблем начал постепенно разрешаться: были решены первоочередные проблемы, связанные с созданием эффективных судов и морской техники, востребованных в России, в первую очередь для добычи и транспортировки углеводородов на шельфе и развития судоходства в арктических морях.

Наиболее востребованными энергоносителями в мире продолжают оставаться нефть и газ, основные центры добычи которых последовательно перемещаются в шельфовые зоны, поскольку запасы углеводородов на суше неуклонно истощаются, а в море обнаруживаются новые крупные месторождения. Из-за существенных различий в геологических и природных условиях, уровне развития инфраструктуры, по ряду других причин параметры экономической эффективности добычи углеводородов в различных регионах (как на суше, так и в море) изменяются в достаточно широких пределах. При этом очевидно, что себестоимость добычи нефти и газа на море существенно выше, чем на суше. В то же время неизменна тенденция роста цены на углеводороды, и те морские месторождения, которые еще вчера были однозначно нерентабельны, завтра, при разработке новых технологий

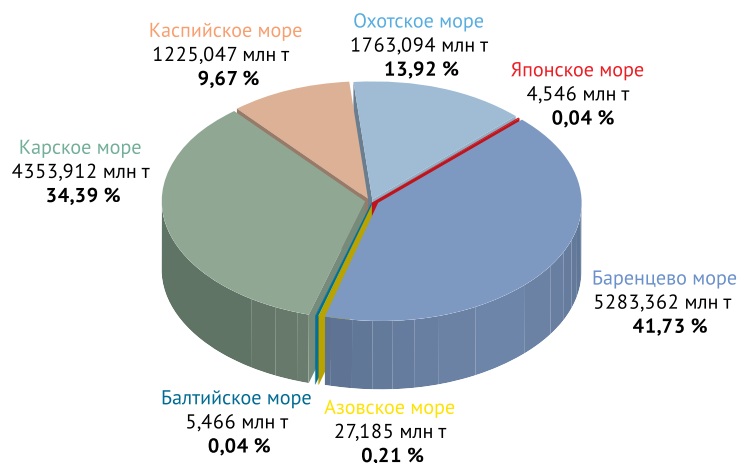


Рис. 1. Распределение запасов углеводородов (нефтяного эквивалента) по шельфам морей России, млн т нефтяного эквивалента

освоения, могут быть вполне эффективными. Это обстоятельство стимулирует создание перспективной морской техники для разведки и освоения морских месторождений, что, в свою очередь, дает мощный технологический толчок для развития всей промышленности страны, занимающейся освоением шельфа.

Российская шельфовая зона чрезвычайно богата углеводородами, доля которых в общем балансе разведанных топливно-энергетических ресурсов страны постоянно повышается, а в дальнейшем неизбежно будет расти и в общем балансе добычи.

До 80 % потенциальных углеводородных ресурсов России сосредоточено на арктическом шельфе. По оценке экспертов Института океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук, эти запасы составляют: в западном секторе Арктики (Баренцево, Печорское, Карское моря, Обско-Тазовские губы) — 42 млрд т нефти и 71 трлн куб. м газа; в восточном секторе (моря Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) — 9 млрд т нефти и 10 трлн куб. м газа (рис. 1).

Темпы и сроки освоения уникального ресурсного потенциала российского шельфа напрямую связаны с его геологической изученностью и темпами производства геологоразведочных работ — сейсмических исследований и поискового бурения. Сейчас на нефтегазоносные участки континентального шельфа России выдано 107 лицензий (в основном компаниям «Газпром», «Роснефть» и «ЛУКОЙЛ»), имеются также нераспределенные участки. Однако темпы работ на лицензионных участках пока еще явно отстают от требуемых темпов прироста разведанных запасов нефти и газа. Так, в 2008–2010 гг. на шельфе было пробурено только 11 скважин и открыто всего 4 новых месторождения. В числе 43 нефтяных и газовых месторождений, открытых на шельфе за последние 30 лет, имеются и относящиеся по запасам к категории уникальных, например Штокмановское, Ленинградское и Русановское.

Геолого-экономическая оценка ресурсов углеводородов морских акваторий России показывает, что практический интерес представляют технически доступные ресурсы объемом от 3,3 до 5,0 млрд т для нефти и 28,4 трлн т для газа. Основная часть рентабельных ресурсов нефти (75 %) предполагается в Печорском, Каспийском и Охотском мо-

рях, газа — в Охотском, Карском, Баренцевом и Каспийском морях.

Сегодня наиболее активно развиваются проекты «Сахалин-1» и «Сахалин-2» в Охотском море: их суммарная эксплуатационная мощность в 2011 г. составила около 14 млн т газа. Наиболее подготовленным к реализации является проект «Сахалин-3», объединяющий Киринский, Восточно-Одоптинский, Айяшский и Венинский блоки: прогнозируется извлечение 700 млн т нефти и 1,4 трлн куб. м газа. Ожидается, что добыча газа на Киринском месторождении начнется в конце 2013 г. Здесь компанией «Газпром добыча шельф» используются новые полупогружные плавучие буровые установки «Полярная звезда» и «Северное сияние».

На Приямальском шельфе (Карское море) сырьевая база формируется за счет уникальных по запасам Ленинградского и Русановского газоконденсатных месторождений, а также акваториальных участков Харасавэйского и Крузенштерновского месторождений и ряда других перспективных объектов.

В акватории Каспийского моря ОАО «ЛУКОЙЛ» в период с 1999 г. было открыто шесть месторождений, четыре из которых относятся к категории крупных — Сарматское, Хвалынское, им.Владимира Филановского и им.Юрия Корчагина (с суммарными запасами более 2 млрд т), а кроме того, выявлено 10 перспективных структур.

Наиболее перспективными месторождениями на шельфе Баренцева моря являются Штокмановское газоконденсатное (общие геологические запасы: газа — 3,9 трлн куб. м, конденсата — 56,1 млн т), Мурманское, Северо-Кильдинское, Лудловское и Ледовое.

В обозримой перспективе именно нефтегазовая отрасль будет являться основным заказчиком гражданского сектора судостроительной промышленности: необходимо создание широкого ряда судов и морской техники для разведки и добычи углеводородов на шельфе и транспортировки добытой продукции. Основная часть этих средств должна обеспечивать возможность работы в условиях Арктики. Задачи стоят весьма масштабные и преимущественно новые, однако здесь можно вспомнить опыт Норвегии: страна создавала эту отрасль практически с нуля, а сегодня является одним из лидеров мирового рынка в сегменте шельфовой техники, многие типы которой родились именно

благодаря развитию технологий освоения морских месторождений.

Задача создания техники для освоения российского шельфа признана одной из приоритетных для отечественного судостроения. Но существующие кораблестроительные мощности сегодня загружены объектами военного кораблестроения. Отрасль не сможет удовлетворить значительную часть и номенклатурной, и количественной потребности отечественных морских нефтегазодобывающих компаний, а также судоходных компаний — перевозчиков добытой продукции. Поэтому отраслевые программные документы обосновывают необходимость привлечения зарубежных верфей к реализации ряда заказов, хотя при этом делается акцент на максимальную локализацию в России инжиниринга (совокупности исследовательских и проектных работ) в отношении особо сложных, наукоемких заказов.

Однако даже в условиях высокой загрузки судостроительных предприятий оборонными заказами и несоответствия технологического уклада отдельных верфей современным требованиям гражданского судостроения в России за последние годы осуществлена постройка ряда технологически сложных судов и объектов шельфовой техники нового поколения. В их числе — нижние основания двух упомянутых выше полупогружных буровых установок типа «Полярная звезда», изготовленные в ОАО «Выборгский судостроительный завод» (верхние строения сформированы в Южной Корее), самоподъемная буровая установка «Арктическая» (ОАО «Центр судоремонта „Звездочка“»), морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная» (ОАО «Севмаш»), элементы комплекса добычи нефти на месторождении им. Ю. Корчагина на Северном Каспии (группа «Каспийская энергия»), ледовые челночные танкеры дедвейтом 70 тыс. т «Михаил Ульянов» и «Кирилл Лавров» (ОАО «Адмиралтейские верфи»).

В настоящее время в ОАО «Амурский судостроительный завод» по проекту 22420 строится судно для снабжения буровых платформ, а ООО «Балтийский завод — судостроение» приступило к постройке дизель-электрического ледокола мощностью 25 МВт по проекту 22460 и атомных ледоколов нового поколения мощностью 60 МВт по проекту 22220, необходимых для обеспечения

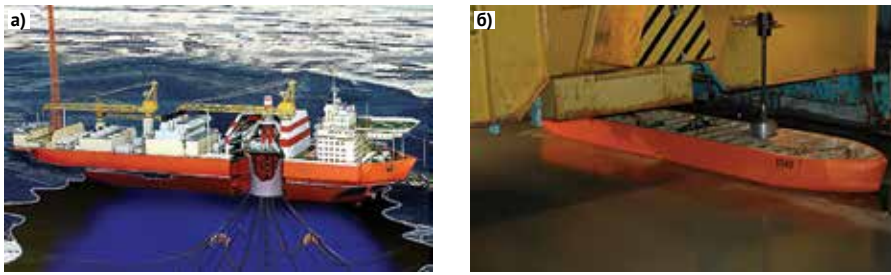


Рис. 2. Морская ледостойкая технологическая платформа судового типа с турельной системой удержания: а – общий вид; б – испытания модели в ледовом бассейне.

судоходства в Арктике, в том числе в составе морских транспортных систем вывоза углеводородов с морских и береговых месторождений.

В разработке и реализации всех этих проектов, в большей или меньшей степени, принимали непосредственное участие ученые и специалисты ФГУП «Крыловский государственный научный центр» – ведущей организации судостроительной отрасли.

Что касается проектов завтрашнего дня, то многие из них сегодня зарождаются в рамках работ, выполняемых по упомянутой ФЦП РГМТ, комплекс мероприятий которой охватывает практически все дисциплины и направления современного судостроения. Результаты отдельных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ находят комплексное воплощение в концептуальных проектах судов и объектов морской техники, выполнение которых предусмотрено отдельным направлением «Новый облик» ФЦП РГМТ.

Так, применительно к условиям, схожим с условиями Штокмановского газоконденсатного месторождения, Крыловским центром разработан концептуальный проект морской ледостойкой технологической платформы судового типа с турельной системой удержания (рис. 2). Платформы с подобными функциями – промышленной подготовки газа к последующей транспортировке по подводному трубопроводу – существуют в мире. Однако необходимость сохранения работоспособности под воздействием нагрузок от дрейфующих ледовых полей, а также обеспечения возможности быстрого и безопасного отвода платформы в случае возникновения айсберговой опасности потребовала разработки технологий, принципиально новых для сооружений такого типа. Глубина выполненных исследований и проработок обеспечивает задел, достаточный для реализации в сжатые сроки практического проектирования технологической платформы

применительно к Штокмановскому или другим глубоководным месторождениям Баренцева моря.

Технология динамического позиционирования с использованием турельного устройства проработана и применительно к созданию бурового судна ледового класса Arc6 (рис. 3). Судно предназначено для бурения разведочных скважин глубиной до 7500 м при глубине моря до 500 м. Подобных судов, способных выполнять буровые работы при наличии разреженного льда толщиной до 1,5 м либо при 7-балльном шторме, в мире не существует. В рамках концепт-проекта найдены и обоснованы технические решения, обеспечивающие высокую безопасность и экологическую чистоту при проведении разведочных буровых работ на арктических акваториях.

В 2013 г. в Крыловском центре завершается разработка концептуального проекта глубоководной ледостойкой самоподъемной плавучей буровой установки (рис. 4). Ледостойкость в данном случае обеспечивает возможность буксировки в период становления и вскрытия ледового покрова в арктических акваториях, что позволяет увеличить окно выполнения буровых работ. Таким образом, исключен риск остановки бурения и глушения скважины до достижения проектной отметки. Увеличенные, в сравнении с буровыми установками предыдущих поколений, технологические запасы обеспечивают возможность разбуривания скважины большей глубины.

Для месторождений предельного мелководья (в частности, расположенных в Обской и Тазовской губах) разработан проект мелководящей самоподъемной буровой установки, предназначенной для бурения поисково-разведочных скважин глубиной до 3200 м в акваториях с глубинами от 1,8 до 21 м, в том числе на слабых грунтах (рис. 5). В концептуальном проекте в полной мере учтен опыт эксплуатации в этом



Рис. 3. Арктическое буровое судно с турельной системой удержания: а – общий вид; б – испытания в ледовом бассейне; в – испытания в мореходном бассейне.



Рис. 4. Глубоководная ледостойкая самоподъемная плавучая буровая установка

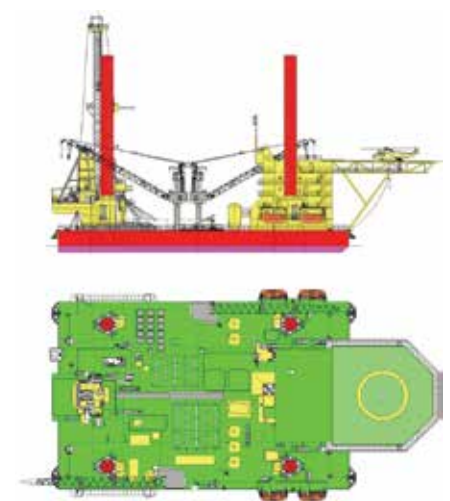


Рис. 5. Самоподъемная буровая установка для условий предельного мелководья

районе самоподъемной установки «Амазон» и плавучего бурового комплекса «Обский-1», обеспечены повышенные показатели эффективности, надежности и безопасности.

Кроме буровых и эксплуатационных платформ, прорабатывается также широкий ряд судов и плавсредств, обеспечивающих обустройство и эксплуатацию месторождений.

В частности, выполнен концептуальный проект плавучего крана ледового класса Arc4 грузоподъемностью 3500 т (рис. 6), предназначенного для установки опорных оснований гравитационных платформ, монтажа модулей верхних строений, элементов подводных добычных комплексов, якорных, кабельных и райзерных линий, забивки свай и прочих грузовых операций, осуществляемых на удаленных морских месторождениях. Сегодня в мире не существует краномонтажных судов, способных выполнять такие работы в ледовых условиях.

Также Крыловским центром разработан концептуальный проект трубо-



Рис. 6. Морское краномонтажное судно грузоподъемностью 3500 т ледового класса Arc4



Рис. 7. Морское трубоукладочное судно



Рис. 8. Малое сейсмическое НИС-катамаран для работы с сейсмостанциями на мелководье

укладочного судна в двух вариантах: для эксплуатации в морских акваториях с глубинами от 30 до 500 м и в прибрежных районах с глубинами от 6 до 30 м. Судно в «морском» варианте (рис. 7) обеспечивает выполнение комплекса работ по сварке и укладке на морское дно трубопровода из обетонированных стальных труб диаметром до 1220 мм на чистой воде и в битом льду толщиной до 0,5 м. Конструкция судна и стингера (направляющего устройства для спуска трубопровода) гарантирует безопасное проведение работ в условиях ледовых воздействий. На судне применена комбинированная система якорно-динамического позиционирования. Модельные испытания в мореходном и ледовом бассейнах полностью подтвердили обоснованность принятых проектных решений и соответствие требованиям эксплуатации в климатических условиях Арктики и Дальнего Востока. При этом определена продолжительность окон погоды для работы трубоукладочных судов применительно к конкретным акваториям, обоснована целесообразность установки скуловых килей для снижения амплитуд бортовой качки.

Для этапа исследовательских работ на потенциальных месторождениях нефти и газа разработан ряд научно-исследовательских (геофизических) судов (НИС), в том числе НИС-катамаран для работы с сейсмостанциями на мелководье (рис. 8) и НИС на воздушной подушке для работы в переходной зоне «суша — море» (рис. 9). Практическая реализация этих проектов позволит обеспечить проведение геофизических исследований в мелководных районах, которые сегодня недоступны традиционным сейсмическим судам.

Также разрабатывается ряд проектов судов для транспортировки углеводородов с морских и береговых арктических месторождений. В этом направлении можно выделить разработку технологии морской перевозки природного газа в сжатом состоянии (CNG) при давлении около 250 атм и температуре от -15 до +15 °С и концептуального проекта соответствующего судна-газовоза (рис. 10). Предложенная технология является эффективной в сравнении с вариантами транспортировки газа в сжиженном состоянии (LNG) или трубопроводным транспортом на относительно небольших расстояниях и при относительно небольших объемах перевозки — например, на начальных стадиях



Рис. 9. Малое морское НИС на воздушной подушке для работы в переходной зоне «суша — море»



Рис. 10. Газовоз CNG вместимостью около 90 тыс. куб. м

разработки газовых месторождений, а также при решении задачи газоснабжения удаленных и труднодоступных прибрежных районов.

Концептуальные проекты, уже выполненные по ФЦП РГМТ, или те, которые еще предстоит осуществить в соответствии с этой программой, касаются наиболее актуальных проблем освоения российского шельфа. При формировании исходных технических требований на разработку учитываются конкретные требования потенциальных потребителей применительно к условиям эксплуатации на реальных морских месторождениях. Основные научно-технические проблемы связаны с обеспечением работоспособности морских технических средств в условиях российской Арктики, существенно отличающихся от условий в районах традиционной морской добычи углеводородов. Результаты концепт-проектов интегрируют результаты исследований, проводимых практически по всем направлениям ФЦП, и являются основанием для перехода к этапу практического создания техники, востребованной и морскими нефтегазодобывающими, и судоходными компаниями, осуществляющими перевозку углеводородного сырья. **Т**

Литература

1. Мировое судостроение: состояние и перспективы развития. Сб. аналитических и справочных материалов / под ред. В. А. Пашина. СПб., 2012.
2. Логачев С. И., Чугунов В. В., Горин Е. А. Мировое судостроение: современное состояние и перспективы развития. СПб., 2009.