

ОТ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
EDITORIAL

DOI: 10.24937/2542-2324-2018-4-386-5-10
УДК 629.563

© В.С. Никитин
© V.S. Nikitin

РАЗВИТИЕ СУДОСТРОЕНИЯ И ТЕХНИКИ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

PROGRESS IN SHIPBUILDING AND TECHNOLOGY FOR OFFSHORE OIL & GAS DEVELOPMENTS

Название статьи, предворяющей настоящий выпуск Трудов Крыловского центра, фактически совпадает с одной из важнейших государственных программ в области судостроения. Конечно, это не случайный факт: содержание и ожидаемые результаты госпрограммы «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013–2030 годы» являются сегодня актуальнейшим предметом для управления на самом высоком уровне.

Для обеспечения актуальности работ и повышения результативности Госпрограммы, определения новой тематики, приоритетности и сроков выполнения предстоящих НИР и ОКР необходимо базироваться на трех группах определяющих факторов:

1. Параметры социально-экономического развития страны, заданные Президентом Российской Федерации и Правительством. Новые технологии должны способствовать росту ВВП как за счет повышения производительности труда в судостроительной и смежных отраслях, так и за счет создания высокоэффективной судостроительной продукции. Результаты Госпрограммы должны также способствовать пространственному развитию судостроения на Дальнем Востоке, в Крыму и в северных регионах, внедрению современных систем коммуникаций и перевозок.
2. Соответствие современному уровню и тенденциям развития мирового судостроения и высокотехнологичной продукции в целом, что определяется, в первую очередь, трендами и прогнозами в мировом судостроении.
3. Обеспечение текущих и перспективных потребностей основных потребителей судостроительной продукции.

Реализация этой программы позволит более чем вдвое сократить используемые в судостроении импортные технологии, а также значительно увеличить следующие показатели: доля отечественного судостроения на внутреннем рынке – до 80 %, объем производства гражданских судов и морской техники на отечественных судостроительных и судоремонтных предприятиях – в 5 раз, производительность труда – в 2,5 раза. При этом число высокотехнологичных рабочих мест достигнет более 6000.

Это хорошие, оптимистичные цифры будущего. Сейчас же острота момента неоспорима: в связи с необходимостью эксплуатации гражданских судов на шельфе к ним предъявляются новые требования, и выполнить их нужно оперативно. Все новые разработки должны, как минимум, соответствовать современному мировому уровню. Как минимум, потому что инновации в судостроении внедряются очень быстрыми темпами, и за ними нужно успевать, но еще лучше – опережать их! Основной тренд в отрасли очевиден: снижение объемов строительства при росте объема перевозок, заставляющее судостроителей прилагать дополнительные усилия по выработке новых решений, повышению экологичности и поиску экономически выгодных технологий. Только так можно устоять в конкурентной борьбе, подогреваемой жесткими запросами судовладельцев.

Появление и применение новых научных идей будет особенно актуальным в таких направлениях, как расширение сфер использования сжиженного природного газа в качестве топлива; развитие энергетических установок на водородном топливе и возобновляемых источниках энергии; развитие гибридных пропульсивных установок и судов с полным электродвижением, включая накопители энергии; создание безэкипажных судов и морских

робототехнических комплексов; развитие технологий, обеспечивающих экологичность судов, и новых морских технологий для освоения ресурсов Мирового океана, а также расширение районов плавания, освоение ледовых технологий, создание судов и гребных винтов ледового класса и внедрение новой логистики морских перевозок, влияющей на облик и основные параметры судна.

Задел для инновационного прорыва российской науки по всем вышеперечисленным направлениям существует. Во многом этому способствовала реализация ФЦП «Развитие гражданской морской техники» на 2009–2016 годы (ФЦП «РГМТ»). Благодаря разработкам, выполненным в ее рамках, создано более 1,5 тысяч новых технологий, треть из которых соответствует мировому уровню или превосходит его, начато производство судостроительной продукции общей стоимостью более 0,5 трлн руб. Государственную программу «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013–2030 годы» можно считать логическим продолжением государственной политики, направленной на повышение конкурентоспособности и создание производства отечественного гражданского судостроения, начатых с реализации ФЦП «РГМТ», но необходимо учитывать одно важное отличие. ФЦП «РГМТ», сформированная в период длительного периода снижения объемов финансирования отечественной промышленности и науки, включая судостроительную, основной целью имела восстановление, поддержание и развитие отраслевого научного и проектного потенциала по всем направлениям развития гражданского судостроения. Действующая Госпрограмма ставит перед нами более конкретные и значимые цели и направлена на разработку технологий, проектов и создание образцов, востребованность которых подтверждена необходимостью решения актуальных задач конечными потребителями морской техники – судоходными компаниями, компаниями ТЭК, работающими на шельфе, региональными властями, ответственными за решение задач транспортного обеспечения населения, и т.д. В Госпрограмме заданы следующие параметры социально-экономического развития:

- повышение эффективности освоения и эксплуатации нефтегазодобычи на шельфе морей;
- увеличение объема добычи биоресурсов;
- полное удовлетворение потребности государственных заказчиков и частных компаний в новых судах морского, речного, рыболовного и обслуживающего флотов;

- развитие инжиниринга, систем проектирования с расширением использования и увеличением отдачи от интеллектуальной собственности;
- цифровизация сферы разработок и производства;
- развитие технологий поддержания жизненного цикла судостроительной продукции;
- развитие судостроения на Дальнем Востоке и в Крыму;
- обеспечение круглогодичной эксплуатации Северного морского пути;
- создание системы скоростного пассажирского сообщения;
- повышение объема перевозок по внутренним водным путям.

Уже сейчас можно говорить и о полученных результатах. Например, в рамках подпрограммы «Развитие судостроительной науки» выполнено и находится в процессе исполнения 64 темы (НИР и ОКР).

Среди НИР и ОКР, которые выполнены или находятся в работе, безусловно, есть тематика, отвечающая современным трендам, есть и направления работ, которые надо еще наполнять идеями и новыми технологиями.

В части использования сжиженного природного газа в Программе поставлены три темы из Ведомственного проекта Минпромторга «Развитие газотопливного флота для навигации в прибрежных водах и на внутренних водных путях». В них решается комплекс задач:

- энергоустановка судна на СПГ;
- судно-бункеровщик СПГ;
- логистика сервиса бункеровки СПГ.

Это три взаимообусловленные ОКР. Результаты данных работ должны обеспечить технологическую основу применения СПГ на судах российской постройки и предоставления услуги бункеровки газом в российских портах.

Много сделано для внедрения систем полного электродвижения на ледоколах: уровень продвижения наших разработок здесь настолько велик, что полученные решения и технологии можно внедрять и в военном кораблестроении. Это не просто технологический прорыв, а обеспечение поставки полного комплекта оборудования для электродвижения на строящиеся суда и 100-процентное импортозамещение. В обеспечение подобных работ на территории Крыловского центра создан уникальный и единственный в России электротехнический стенд, позволяющий проводить испытания реального оборудования мощностью до 40 МВт и напряжением до 10,5 кВ. С его помощью можно комплексно испыты-

вать судовое электрооборудование всех типов и классов не на судне, а в лабораторных условиях, что сокращает время его ввода в эксплуатацию. Так, на данном стенде испытывался комплект электрооборудования системы электродвижения для строящихся ледоколов ЛК-60.

Есть и другие примеры текущих работ: создание гребных винтов ледового класса и подготовка нормативной документации для расчета движителей Арктической зоны, проектирование крыльчатых движителей, разработка типорядов движителей морских роботов и типорядов водометных движителей от 0,1 до 1,5 МВт для применения на судах повышенной мореходности и т.д. Кроме того, в 2018 г. будет завершена подготовка технических решений по адаптации научно-экспериментальной базы российской судостроительной промышленности для испытаний нефтегазового оборудования. В Программе дан старт комплексу работ по созданию элементов подводного добычного комплекса – оборудования, принципиально нового для отечественной промышленности. Практическая реализация разработанных предложений обеспечит проведение комплексных испытаний с требуемыми параметрами опытных образцов разрабатываемого оборудования подводного добычного комплекса.

Задачи более отдаленной перспективы (например, безэкипажное судоходство) пока вынесены за пределы Госпрограммы и сегодня реализуются в рамках национальной технологической инициативы (НТИ) «МариНет». В настоящее время эти работы также рассматриваются рабочими группами Научно-координационного совета Госпрограммы.

Очевидно, что круг выполняемых задач очень широк. Это заставит мыслящего читателя с особым вниманием отнестись к результатам научной деятельности специалистов Крыловского центра, нашедшим свое отражение в статьях сборника. Все представленные инновации, разработки и данные исследований служат развитию отечественного судостроения, учитывая требования времени, основных мировых трендов и, конечно, действующей государственной программы РФ.

Большой материал первого раздела («Теория корабля и строительная механика») посвящен перспективам разработки морской и ледовой техники, в частности развитие численного моделирования проектируемых объектов морской техники – эта тема особенно актуальна в связи с утверждением государственной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», которая предусматривает использование численного моделирования при раз-

работке проектов высокотехнологичной техники. Работы Крыловского центра по внедрению технологий численного моделирования в проектирование объектов морской техники доказали, что они существенно расширяют возможности при решении актуальных задач моделирования и проектирования, успешно конкурируя с физическим экспериментом, а иногда представляют собой единственный способ решения поставленной задачи. Однако, как показано на примерах, подходить к численному моделированию физических процессов и явлений нужно не менее основательно и аккуратно, чем к физическому моделированию, чтобы не получить ошибочных результатов и их негативных последствий в проектных решениях.

Разработано и изготовлено оборудование, а также технология для проведения лабораторных испытаний среднемасштабных образцов льда с целью определения физико-механических свойств, параметров разрушения. Полученные данные могут быть использованы для разработки универсальных формализованных критериев разрушения морского льда с учетом его анизотропии, температуры и солености. Проведена серия испытаний, которая ляжет в основу создания базы данных физико-механических свойств льда, необходимых для создания численной анизотропной модели его разрушения.

Приводится описание нового программного обеспечения для осуществления автоматизированного сбора и обработки данных эксперимента по определению поля скоростей и давлений в плоскости диска гребного винта за корпусом модели судна на базе калибровки гидродинамических зондов. Использование новой программы позволило повысить удобство проведения испытаний и сократить время обработки результатов измерений в несколько раз.

В результате расчетных исследований показана возможность появления сильного динамического взаимодействия моноблоков между собой и с судном при морском монтаже плавучих полупогружных буровых установок (ППБУ) в условиях малого волнения. Такое явление может привести к разрушениям и повреждениям конструкций моноблоков и палубы судна при проведении морской операции, к ухудшению качества монтажа (появление высоких уровней остаточных напряжений и деформаций в конструкциях сооружения, снижающее их работоспособность и надежность при последующей эксплуатации). Для предотвращения негативных последствий этого явления необходима тщательная

проработка проекта морской монтажной операции с выполнением предлагаемых в работе расчетов усилий динамического взаимодействия объектов монтажа. На основе их результатов обоснованно назначаются ограничения (по погодным условиям) на проведение сборки ППБУ. Таким образом, предлагаемый расчетный способ динамических нагрузок является важным элементом подготовки высокотехнологичной морской операции монтажа нефтегазодобывающих платформ.

При проектировании корпусных конструкций образцов подводной техники необходима устойчивость конических оболочек. Выполненные расчетные исследования дали приближенные решения для гладких и подкрепленных шпангоутами конических оболочек постоянной и переменной толщины. Предложен удобный для практического применения расчетно-аналитический метод оценки устойчивости несущих конических конструкций.

Разработан метод поверочного расчета гребных винтов-тандем в насадке, с помощью которого проведены исследования влияния расположения гребных винтов на характеристики движителя. Также показан сложный нестационарный характер пульсаций давления на поверхности насадки.

Выявлены характерные особенности поведения пульсаций давления на поверхности насадки при работе в ней гребных винтов-тандем. Разработанный расчетный метод позволяет оценивать характеристики таких движителей на этапе их предварительного проектирования.

Сформирована единая картина создания различных типов современных движителей. Для ряда типов движителей представлены концепции их разработки с использованием численных методов и продемонстрирована эффективность разработанных методов.

Научные решения, предложенные во втором разделе сборника, отражают особенности инновационного проектирования. Для решения проблемы очистки существующих загрязнений Арктической зоны от разливов нефти необходимо создать мобильный комплекс для очистки и утилизации загрязненного нефтью льда, способный работать в суровых климатических условиях. Он должен обеспечивать высокую производительность и соблюдение экологических требований. В статье, открывающей раздел, приведено описание концепции мобильной установки сепарации нефтесодержащих вод с последующим сжиганием отходов. Комплекс выполняет разделение нефтесодержащих отходов на фракции с последующей очисткой водной фрак-

ции до установленных требований на сброс, сжигания твердых отходов с очисткой газозвдушных выбросов. Определены состав и технические характеристики опытного образца мобильного комплекса, технологические процессы установок сепарации и сжигания. Разработанные схемы и технические решения позволяют переходить к стадии проектирования создания опытного образца.

Предложен программный комплекс количественной оценки живучести надводных кораблей и подводных лодок, позволяющий решить широкий спектр задач по обеспечению живучести кораблей на различных стадиях проектирования. Комплекс построен с использованием современных методик, алгоритмов, средств программирования и баз данных, отвечает уровню мировых требований в области программного обеспечения. Может использоваться для оценки эффективности противокорабельного оружия, пожаровзрывобезопасности, непотопляемости и является незаменимым инструментом на всех стадиях проектирования. Он способен составить конкуренцию зарубежным аналогам после выполнения ряда экспериментальных работ по применению современных образцов боеприпасов и конструкционных материалов.

В третьем разделе сборника («Энергетические установки») продолжается публикация цикла статей, посвященных современным способам проектирования частотно-регулируемых электроприводов для судовых механизмов и систем электродвижения. Рост числа судовых электромеханизмов и активное внедрение пропульсивных электрических комплексов/систем электродвижения приводит к тому, что электротехническая архитектура современных судов усложняется, и доля электрооборудования на судах растет. Разработаны функциональные схемы частотно-регулируемого электропривода судового механизма (на примере подруливающего устройства), в котором вместо традиционного применяемого способа генераторного торможения используется способ динамического торможения, позволяющий заметно улучшить массогабаритные показатели электропривода в целом.

Выполнен сравнительный анализ алгоритмов и функциональных возможностей нескольких методов прогнозирования технического состояния и остаточного ресурса судового оборудования. Перевод флота на эксплуатацию по фактическому техническому состоянию судового оборудования неразрывно связан не только с внедрением средств технического диагностирования, но и с разработкой методов и алгоритмов прогнозирования техниче-

ского состояния оборудования в реальном масштабе времени. Сегодня разработано большое количество различных методов прогнозирования, однако они, как правило, базируются на строго статистических данных. Авторам удалось на основе теоретического и экспериментального анализа функциональных возможностей фактографических методов прогнозирования обозначить области их рационального применения к судовому оборудованию.

Значительные масштабы сегодня приобретает применение реакторных установок на объектах морской техники, требующих мощного энергообеспечения. Одной из ключевых проблем на таких объектах является обеспечение ядерной и радиационной безопасности, включая защищенность личного состава, населения и окружающей природной среды от радиоактивного загрязнения при авариях, обусловленных разгерметизацией I контура ядерной энергетической установки и сопровождающихся истечением теплоносителя в защитную оболочку. В качестве решения этой проблемы предлагается создание системы снижения давления в защитной оболочке, включающей комплекс форсунок (спринклерная подсистема) и барботажное устройство. Обоснование оптимальных параметров системы требует проведения расчетных исследований с использованием кода сосредоточенных параметров, требующего, в свою очередь, верификации расчетных моделей. Результаты проведенных экспериментов позволили подтвердить высокую эффективность используемых спринклерных форсунок и барботера в широком диапазоне аварийных параметров, а также верифицировать ряд современных расчетных кодов.

Определены системы удаления или размещения двуокиси углерода на борту подводных объектов, применение которых снижает или полностью исключает возможность образования химического следа подводных объектов, оснащенных воздушно-зависимой установкой.

Раздел «Физические поля» предлагает решения для ряда вопросов, связанных с физическим моделированием электромагнитных воздействий. Отмечается, что постоянный рост электроэнергонасыщенности современных кораблей приводит к значительному снижению стойкости корабельного оборудования при силовых электромагнитных воздействиях. Разработанная методика оценки стойкости корабельных технических средств при внутрисистемных и внешних силовых электромагнитных воздействиях может быть использована в натуральных условиях при физическом моделировании электро-

магнитной обстановки в корабельных помещениях и позволяет определить уровни воздействий в местах размещения технических средств и личного состава, а также оценить эффективность и достаточность принятых защитных средств и мероприятий. Созданная электромагнитная автономная мобильная лаборатория на базе микроавтобуса обеспечивает возможность проведения испытаний как в натуральных условиях, так и на стендах разработчиков корабельных технических средств и заводоизготовителей.

Подробно рассмотрено уменьшение вибровозбудимости корпусных и внутрикорпусных конструкций корабля путем установки на них пассивного антивибратора, состоящего из массы и упругости с потерями. На основе теоретических формул проанализировано влияние соотношения масс, резонансных частот, а также коэффициентов потерь антивибратора и пластины на изменение вибровозбудимости конструкции. Продемонстрирована реальная возможность снижения вибровозбудимости пластины, входящей в корпусные конструкции, на величину до 20 дБ. На примере показано удовлетворительное соответствие теоретических прогнозных оценок и результатов экспериментов.

Определен набор виброакустических критериев эффективности низкочастотной виброобработки сварных металлоконструкций типа «обечайка» – сварной крупногабаритной металлической конструкции, изготовленной АО «ПО «Севмаш».

Завершают сборник материалы, посвященные военной кораблестроительной тематике. В первой статье изложена концепция создания модульных самолетов военного назначения, дано обоснование осуществимости подобного проекта, предложена одна из возможных эффективных схем устройства модульного самолета палубного базирования, приведены оценочные расчеты и указаны недостатки и преимущества авиационного комплекса на основе модульного самолета. Во второй работе рассмотрены возможности современных средств обнаружения и поражения морских робототехнических комплексов, определены особенности их применения. Предложена базовая структура свойств морских роботизированных комплексов, учитывающая скрытность, и связанная с ней структура математических моделей для обоснования требований к параметрам заметности, оценок скрытности и ее влияния на эффективность применения комплексов.

Возвращаясь к проблемам гражданского судостроения, снова подчеркнем: для успешной реали-

зации государственной программы «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013–2030 годы» целесообразно не только выполнять практические работы, но и активно заниматься перспективными разработками. Для этого необходимо постоянно пополнять аналитический задел – это позволит предвосхитить тренды судостроения будущего и опередить мировых конкурентов. Должны быть возобновлены на постоянной основе исследования рынка (продуктовые линии, грузопотоки, перспективные направления

развития гражданского судостроения в мире, потенциальные ниши российского судостроения в международных проектах) и макроэкономические исследования экономики отечественного судостроения с учетом планов и прогнозов инновационного развития заказывающих ведомств и основных зарубежных конкурентов. Хочется надеяться, что промежуточные результаты такого анализа начнут появляться уже в ближайшее время, в том числе и в обзорных статьях на страницах Трудов Крыловского государственного научного центра.