

ОТДЕЛ ЛЕДОВЫХ КАЧЕСТВ СУДОВ

В 1935 году в соответствии со специальным постановлением Правительства во Всесоюзном арктическом институте было создано новое структурное подразделение — кораблеисследовательское бюро — ныне отдел ледовых качеств судов. Его название неоднократно менялось.

Основной задачей этого подразделения с момента его создания и по сегодняшний день является исследование и развитие тех специфических качеств судов ледового плавания, которые позволяют им успешно работать во льдах арктических и замерзающих морей России. Этими качествами являются повышенная местная (ледовая) прочность корпуса, конструкция корпуса, форма корпуса, уменьшающая сопротивление льда движению судна, винторулевой комплекс, способный эффективно работать под воздействием ледовых нагрузок. В последующие годы диапазон исследований ОЛКС значительно расширился.

С разработкой методов расчета ледовых нагрузок в сферу научной деятельности отдела вошли исследования воздействия льда на плавучие и стационарные океанотехнические сооружения и природные объекты. Согласно Положению о подразделении, отдел стал головным подразделением института по расчету ледовых нагрузок.

С момента создания бюро его руководство наметило первоочередной задачей обобщение опыта эксплуатации судов во льдах и систематизацию ледовых повреждений. Основным инструментом для решения этой задачи были выбраны натурные испытания судов. Только в 1936 году были проведены натурные испытания л/п «Садко», л/к «Красин» (исследования ледовых нагрузок и прочности корпуса) и л/к «Ермак» (исследования ледовой ходкости). Первым результатом этих исследований была публикация в 1939 году сотрудников бюро А.Я. Сухорукова и Н.А. Крысова «Систематизация технического опыта эксплуатации судов ледового плавания», в которой обобщался опыт эксплуатации судов в арктических навигациях и была сделана попытка решить задачи назначения необходимого уровня прочности корпуса. Это был первый опыт обоснованного нормирования прочности корпуса судов ледового плавания и их классификации.

После окончания Великой Отечественной войны ряды сотрудников подразделения пополнились выпускниками Ленинградского кораблестроительного института: В.И. Каштеляном, Д.Д. Максutowым, И.И. Позняком, Ю.Н. Поповым, Д.Е. Хейсиным и др.

Работы по тематике отдела получили новое качественное продолжение.

В 1955 году был введен в эксплуатацию первый в мире ледовый опытовый бассейн АНИИ и создана методика подготовки моделированного льда. Авторы — сотрудники института Василий Васильевич Лавров, Игорь Иванович Позняк, Вячеслав Ильич Каштелян. Это событие имело огромное значение для проектантов судов ледового плавания всего мира. Дело в том, что идея моделирования движения судна во льдах давно зрела в умах ученых-кораблестроителей. Были даже предприняты попытки в гидродинамических бассейнах имитировать лед с помощью воска или похожих материалов. Однако все эти попытки имели иллюстративный характер, а физическую сторону процесса смоделировать было невозможно. И только методика моделирования льда, созданная в институте в 1955 году, позволяла соблюдать



Н.А. Корнилов и Д.Д. Максutow на а/л «Ленин» во время рейса по открытию СП-10

геометрический, кинематический и динамический критерии подобия в соответствии с требованиями теории подобия.

В ледовом бассейне ААНИИ отработывались форма корпуса, ледопроечность, мощность и варианты защиты гребных винтов ледоколов типа «Москва», первого в мире атомного ледокола «Ленин», атомных ледоколов типа «Арктика». Отработывались ледовые качества многих серий и типов транспортных судов. Особое место в этом ряду занимают модельные испытания судов типа «Амгуема». Благодаря длинной серии модельных испытаний, судам этого типа была обеспечена лучшая ледопроечность по сравнению с прототипом (д/э «Лена»), мощность которого на 17 % больше. Форма корпуса судов типа «Амгуема» признана классической. К модифицированным судам этого типа относится легендарное научно-экспедиционное судно «Михаил Сомов».

С использованием результатов модельных испытаний в ледовом бассейне, путем проверки результатов теоретических исследований данными натурных испытаний В.И. Каштелян разработал метод расчета сопротивления льда движению судна, благодаря чему появилась возможность на ранней стадии проектирования определять основные размерения судна, форму корпуса, мощность и т.д. Этот метод получил известность и признание специалистов всего мира. Ученый с мировым именем В.И. Каштелян стал основоположником самостоятельной отрасли гидромеханики — сопротивления льда движению судов и создателем численных методов расчета ледопроечности судов в различных ледовых условиях.

Он один из авторов книг «Сопротивление льда движению судна» (1968) и «Ледоколы» (1970). В этих книгах впервые научно обоснованы принципы проектирования судов ледового плавания. Книги до сих пор используются отечественными и зарубежными специалистами. Несмотря на высокий авторитет и известность среди ученых, В.И. Каштелян отличался простотой в общении с сослуживцами, был добрым товарищем, обладал веселым характером и здоровым чувством юмора.

С вводом ледового бассейна научные исследования отдела ледовых качеств судов, который в то время назывался Кораблеисследовательской лабораторией, разделились на три основных составляющих: теоретические разработки, физическое моделирование в ледовом бассейне и натурные испытания. Эти составляющие тесно связаны и дополняют друг друга.

Следующим «прорывом» мирового значения в направлении обеспечения ледовой прочности судов было решение Юлием Николаевичем Поповым задач удара корпуса судна о лед для разных сценариев взаимодействия. Это были первые численные модели расчета ледовых нагрузок на корпуса судов. С участием Д.Е. Хейсина и О.В. Фаддеева они были доработаны и использованы при создании в 1964 году первых в СССР «Правил классификации и постройки судов ледового плавания». Эти «Правила» по заданию Министерства Морского флота СССР были разработаны и выпущены в ААНИИ с целью приведения в соответствие уровня ледовой прочности корпусов судов с ледовыми условиями плавания. Работа получила одобрение заказчика и пользовалась большим спросом у проектантов. Фактически это были первые теоретически обоснованные правила расчета ледовой прочности судов и присвоения им соответствующего ледового класса.

Ю.Н. Попов — ветеран Великой Отечественной войны, он был тяжело ранен при прорыве Блокады Ленинграда, награжден орденами «Отечественной войны» 1 степени, Красной Звезды, медалью «За отвагу», зна-



В.И. Каштелян



Монография
«Прочность судов, плавающих во льдах»

ком «Почетный работник морского флота» (1960). Юлий Николаевич — автор 30 печатных научных трудов, в том числе являлся соавтором монографии «Прочность судов, плавающих во льдах». Будучи известным специалистом в области динамики движения судов во льдах, он участвовал в испытаниях первого в мире атомного ледокола «Ленин» и во многих других морских арктических экспедициях. Ученый с мировым именем, высокоэрудированный человек, прекрасно знал и любил отечественную и мировую литературу. В общении был скромным, доброжелателен, охотно работал с молодежью и помогал молодым сотрудникам стать квалифицированными специалистами. Мало кто из коллег знал, что последствия его тяжелого ранения ощущались им до конца жизни.

Лидером в разработке методов расчета ледовой прочности стал Д.Е. Хейсин, который в ААНИИ вырос в разностороннего, высококвалифицированного специалиста в области гидромеханики, строительной механики корабля, физики льда и динамики ледяного покрова морей Северного Ледовитого океана. В 1971 году в соавторстве с сотрудниками подразделения публикует монографию «Прочность судов, плавающих во льдах». Под его руководством при участии В.А. Лихоманова на льду Ладожского озера была поставлена серия уникальных экспериментов по определению удельной энергии разрушения льда. Результаты этих экспериментов легли в основу разработанной В.А. Курдюмовым гидродинамической модели удара твердого тела о лед. Данная модель позволяет рассчитывать ледовые нагрузки на корпуса судов и не имеет аналогов до настоящего времени. Д.Е. Хейсину принадлежит идея и начало разработки имитационного стохастического моделирования движения судов во льдах.

Необходимо отметить, что развитие методов расчета ледовых нагрузок и численных методов расчета сопротивления льда потребовало уточнения и пересмотра прочностных характеристик льда и, в первую очередь,

Ледокол «Араон» и газозов «Владимир Русанов» во время проведения ледовых испытаний



прочности льда на изгиб и сжатие. Большой цикл работ в этом направлении выполнялся сотрудниками ОЛКС под руководством Д.Е. Хейсина, А.Я. Рывлина, Б.Н. Сви-стунова.

Д.Е. Хейсин и Ю.Н. Попов были ав-торами идеи создания ледового паспорта судна. Она базировалась на совместном использовании расчетов ледопроеходимости, расчетов ледовых нагрузок, анализе реакции корпусных конструкций на эти нагрузки и расчетах безопасных скоро-стей движения судов в различных ледовых условиях. Ледовый паспорт представляет собой сборник рекомендаций по выбору безопасных режимов движения судов дан-ного типа в различных ледовых условиях. Первый ледовый паспорт был разработан по заказу Мурманского морского паро-ходства для судов серии «Пионер-герой» в 1973 году. Начиная с 1974 года и в те-чение почти следующих 20 лет по зака-зам отечественных судовладельцев — Мурманского, Северного, Дальневосточного и Приморского морских пароходств — Ледовые паспорта были разработаны для всех отечественных судов ледового плавания.

Важным направлением работы отдела всегда были и остаются натурные испытания судов. Сотрудниками ОЛКС, который в 1960–1987 годах назывался лабора-торией ледовых качеств судов, впервые в мире был разработан и реализован научный подход к созданию методики натурных испытаний судов активного плава-ния во льдах Арктики. Организовывались регулярные арктические экспедиции инженеров-кораблестроите-лей, и производился систематический сбор различной информации о взаимодействии корпуса судна со льдом. К середине 70-х годов минувшего столетия была создана и признана отечественными и зарубежными специали-стами научно обоснованная методика проведения на-турных испытаний судов. Наиболее ярко и плодотворно в области натурных исследований проявили себя Д.Е. Хейсин, А.Я. Рывлин и В.А. Лихоманов.

К числу наиболее важных экспедиционных работ лаборатории в 1970-е годы относятся испытания го-ловного судна серии линейных ледоколов типа «Ермак» постройки финской судостроительной компании «Вярт-силя» и нового мощного атомного ледокола «Арктика», головного судна серии ледоколов проекта 1052.

Весьма важными и ответственными были натур-ные испытания танкеров типа «Самотлор». По результа-там испытаний были сделаны выводы о недостаточной прочности корпуса этих судов. С целью подтверждения этих выводов в 1977 году экспедиция ААНИИ под руководством В.А. Лихоманова провела испытания танкера «Каменск-Уральский» (типа «Са-мотлор»), следовавшего по трассе СМП с судовой верфи в Финляндии в порт припи-ски Находка. Результаты этих испытаний подтвердили выводы, сделанные ранее. В связи с несоответствием между требо-ваниями Регистра СССР к прочности судов ледового класса УЛ и прочностью корпусов танкеров типа «Самотлор» в ММФ было от-правлено предложение о необходимости снизить этим судам ледовый класс с УЛ до Л1. Специальным решением ММФ СССР танкерам типа «Самотлор» был снижен ледовый класс до Л1, что изменило тре-бования к условиям их эксплуатации, зато снизило их повреждаемость во льдах и повысило эффективность.

В начале нынешнего столетия на трассе СМП по-явились новые перспективные суда. Они отличаются от судов, работавших на трассе СМП в конце прошлого века прежде всего гораздо большими размерениями. Во-вторых, новые суда оборудованы винторулевыми комплексами новых типов, что существенно влияет на их маневренность во льдах. По просьбам судостроительных фирм и компаний-судовладельцев сотрудники ОЛКС регулярно обеспечивают и проводят натурные испытания новых судов, в их числе: южнокорейский НИЛ «Араон», НЭС «Академик Трёшников», ЛСО «Александр Санни-ков» — начальник экспедиции старший научный сотру-дник Н.А. Крупина, крупнотоннажные газовозы «Кристоф де Маржери», «Владимир Русанов» — начальник экс-педиции научный сотрудник А.В. Савицкая, л/к «Илья Муромец», танкер «Штурман Альбанов» — начальник экспедиции старший научный сотрудник А.В. Чернов.

Приход на работу в ОЛКС в 1990-х годах новых сотрудников позволил поднять работы отдела ледовых качеств по всем его направлениям на новый современ-ный уровень. Инженеры-кораблестроители Н.А. Крупина и А.В. Чернов — специалисты, владеющие приемами программирования, компьютерной техникой, способны работать с самыми сложными программными пакетами



В.А. Лихоманов

Общий вид ледового бассейна ААНИИ и испытания модели ЛСП при сжатиях во льдах



и современными программными редакторами. И.В. Степанов и Н.А. Крупина разработали авторскую программу расчета ледовых нагрузок, с помощью которой можно считать нагрузки не только на суда, но и на плавучие и стационарные шельфовые сооружения.

Доктор технических наук, профессор О.Я. Тимофеев и старший научный сотрудник А.В. Чернов, используя метод конечных элементов, разработали программы расчета ледовой прочности корпусов судов и расчета реакции корпусных конструкций на действие ледовых нагрузок. С использованием этих разработок в ОЛКС создан компьютерный вариант ледового паспорта, который в свою очередь используется в автоматизированных системах выбора оптимального пути судна во льдах.

В 1990 году, в соответствии со специальным постановлением Совета министров СССР, был введен в строй новый комплекс ледовых бассейнов, который включает: большой ледовый, малый ледовый бассейн, низкотемпературные камеры. Созданный экспериментальный центр ОЛКС разместился в новом здании ААНИИ. Завершение строительства и ввод в эксплуатацию этого лабораторного корпуса ААНИИ совпали с началом «перестройки», когда закрывались предприятия, нарушались производственные планы и контакты с исполнителем. Большая личная заслуга начальника ледового бассейна ААНИИ Павла Максимовича Николаева в том, что указанный объект был построен и введен в эксплуатацию в плановые сроки. Большая заслуга его и его заместителя Виталия Константиновича Грачева в том, что в течение уже 30 лет ледовый бассейн ААНИИ работает практически без длительных остановок на плановые и внеплановые ремонты.

В конструкции комплекса были учтены все положительные особенности первого ледового бассейна.

На момент постройки бассейн по своим техническим возможностям был одним из лучших ледовых опытовых бассейнов в мире.

Большой объем работ выполнен в ОЛКС в связи с постройкой ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс». На базе тщательного анализа опыта организации и работы дрейфующих станций «Северный полюс» была проработана и обоснована целесообразность постройки инженерного сооружения для длительного базирования научно-исследовательских обсерваторий такого типа. Под руководством младшего научного сотрудника И.А. Свистунова в ледовом бассейне были проведены модельные испытания и впервые в мире разработана методика проведения испытаний ледовых сжатий и исследования изменения остоичивости платформы под их воздействием.

Под руководством и при непосредственном участии А.В. Чернова и при участии младшего научного сотрудника П.В. Максимовой разработаны технические требования и проект системы мониторинга ледовых нагрузок на корпус ЛСП. Согласно проекту, платформа должна быть оборудована такой системой, которая, во-первых, является основной системой обеспечения безопасности работы платформы в ледовых условиях, во-вторых, делает сам корпус платформы уникальным инструментом решения широкого комплекса задач по изучению воздействия льда на сооружения. Эта система будет основой для разработки широкого спектра перспективных научных программ исследований механики деформации и разрушения льда и установления зависимостей между внешними условиями и ледовыми нагрузками.

В.А. Лихоманов