РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНЫХ ЛЕДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ СУДОВ НА ОСНОВАНИИ МНОГОЛЕТНЕГО ОПЫТА ФГБУ «ААНИИ»

Натурные ледовые испытания — неотъемлемая часть завершающего этапа строительства судна ледового плавания. Такие испытания являются единой научно-логистической задачей, их главная цель — оценка соответствия судна его спецификационным требованиям, а также исследования ледовой ходкости и маневренности данного судна во льдах.

Натурные ледовые испытания судна состоят из нескольких этапов. На первом этапе выполняется анализ спецификационных характеристик судна и определяются объем и номенклатура тестов, необходимых для подтверждения требуемых ледовых качеств. Далее необходимо найти акватории, ледовые условия на которых удовлетворяют заданным требованиям, и определить временной период, подходящий для испытаний. В ходе самого испытательного рейса выполняются соответствующие проводимым тестам ледовые и судовые измерения. После завершения испытаний проводится обработка и анализ всех полученных результатов и делается заключение о соответствии (или несоответствии) судна требованиям спецификации.

В настоящее время существует документ ОСТ 5.0365-82 (РД 5.0365-82), который распространяется на приемо-сдаточные скоростные испытания морских водоизмещающих однокорпусных судов гражданского назначения. Стандарт устанавливает основные требования к подготовке и проведению испытаний судов при водоизмещении свыше 500 т и регламентирует проведение скоростных приемо-сдаточных испытаний на таких режимах движения, которые являются достаточно общими для различных типов морских судов гражданского назначения.

Помимо ОСТ 5.0365-82 (РД 5.0365-82) есть руководящий документ (РД) РД 5.76.025-83, который определяет основные спецификационные характеристики (скорость хода, водоизмещение, осадку, мощность энергетической установки и частоту вращения гребных валов) водоизмещающих морских судов в период скоростных приемо-сдаточных испытаний. РД не содержит методических указаний по технике и организации измерений спецификационных характеристик, т. к. эти вопросы изложены в ОСТ 5.0365-82 (РД 5.0365-82). РД 5.76.025-83 расположен в разделе «Методы испытаний».

Что касается проверки и подтверждения ледовых качеств судна, то нормативного документа, который бы содержал регламенты и рекомендации по методикам проведения соответствующих испытаний, на данный момент не существует.

Ответственность за результаты натурных ледовых испытаний очень высока. В связи с этим проводить такие испытания должны только организации, имеющие необходимый опыт, научно-технические компетенции, а также значительные материально-технические ресурсы.

История изучения ледовых качеств судов в ФГБУ «ААНИИ» началась в 30-е годы XX века, с момента организации в ААНИИ Кораблеисследовательского бюро (с 1951 года — лаборатория ледовых качеств судов, с 1987 года — отдел ледовых качеств судов, ОЛКС). Основной задачей этого подразделения являлось исследование и усовершенствование тех качеств судна, которые позволяют осуществлять эффективное плавание в морях, покрытых льдом. К середине 70-х годов XX века в ОЛКС ААНИИ была создана научно обоснованная методика проведения натурных ледовых испытаний судов, которая воплотилась в ставшую классической книгу А.Я. Рывлина и Д.Е. Хейсина «Испытания судов во льдах». Поэтому именно ААНИИ является основоположником теории проведения натурных ледовых испытаний.

За последние годы построено большое количество транспортных судов для вывоза углеводородов с арктического шельфа. В основном это крупнотоннажные суда, размерения и мощность которых значительно превышают аналогичные параметры судов ледового плавания, построенных в XX веке. Форма корпуса современных ледоколов существенно отличается от традиционной. На сегодняшний день большинство современных транспортных судов высоких ледовых категорий оборудованы винторулевыми колонками. Благодаря использованию в качестве движителей винторулевых колонок, в ледовых

Таблица

Натурные ледовые испытания судов, проведенные с начала 2000-х годов

Год	Тип и название судна	Роль ФГБУ «ААНИИ» в проведении испытаний				
		Выбор испытательных полигонов, обеспечение СГМО во время рейса	Определение морфометрических и прочностных характеристик ледяного покрова	Проведение судовых измерений и анализ их результатов	Выдача заключения о ледовых качествах судна	Руководство испытаниями
2002	Танкер «Приморье»	+	+	+	+	+
2006	Контейнеровоз «Норильский никель»	+	+	–	–	–
2007	Судно снабжения «Юрий Топчев»	+	+	–	–	–
2009	Танкер «Василий Динков»	+	+	–	–	–
2010	Научно-исследовательский ледокол «Араон» (“ARAON”)	+	+	+	+	+
2010	Ледокол «Санкт-Петербург»	+	+	–	–	–
2012	Ледокол «Полар Певек»	+	+	–	–	–
2013	Научно-экспедиционное судно «Академик Трёшников»	+	+	+	+	+
2016	Ледокол «Владивосток»	+	+	–	–	–
2017	Крупнотоннажный танкер-газовоз «Кристоф де Маржери»	+	+	–	–	–
2017	Танкер «Штурман Альбанов»	+	+	+	+	+
2017	Ледокол «Новороссийск»	+	+	–	–	–
2018	Крупнотоннажный танкер-газовоз «Владимир Русанов»	+	+	–	–	–
2018	Ледокол ВМФ «Илья Муромец»	+	+	+	+	+
2019	Ледокольное судно обеспечения «Александр Санников»	+	+	+	+	+
2019	Танкер «Борис Соколов»*	+	–	–	–	
2021	Танкер «Юрий Кучиев»	+	+	+	+	+
2021	Крупнотоннажный танкер-газовоз «Владимир Воронин»	+	+	–	–	–
2022	Ледокол «Виктор Черномырдин»	+	+	+	+	+
2023	Научно-экспедиционное судно «Северный полюс»	+	+	+	+	+
2023	Головной универсальный атомный ледокол «Арктика»	+	+	–	–	–
2023	Серийный универсальный атомный ледокол «Сибирь»	+	+	–	–	–
2023	Ледокол ВМФ «Евпатий Коловрат»	+	+	+	+	+

Примечание. * — на испытания танкера «Борис Соколов» специалисты ААНИИ привлекались в качестве наблюдателей-экспертов.

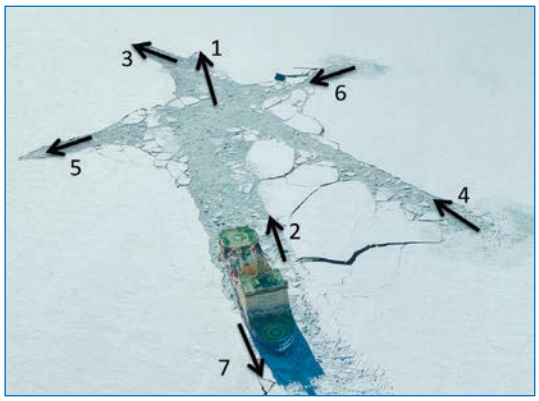
условиях эти суда способны двигаться кормой вперед, что дает им большую ледопроходимость, чем при традиционном способе движения носом вперед. И все эти новшества на протяжении последних десятилетий отдел ледовых качеств судов продолжает изучать на практике. В таблице приведен перечень натурных ледовых испытаний, в которых ФГБУ «ААНИИ» участвовал, и почти половина из них была проведена под руководством ААНИИ.

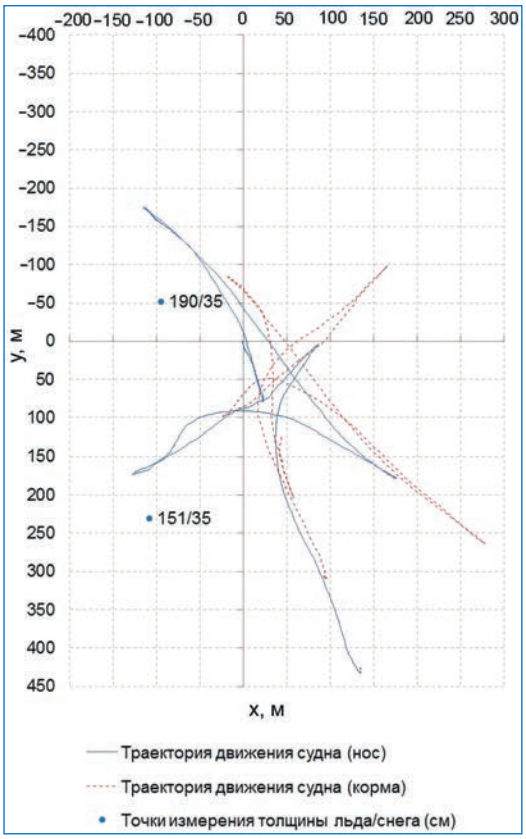
Наиболее важной паспортной характеристикой судна является его предельная ледопроходимость, т. е. толщина льда, преодолеваемая судном с минимальной устойчивой скоростью при максимальной мощности на валах.

Традиционные ледовые условия для проведения испытаний ледопроходимости — это сплошной ровный припай требуемой толщины. Обычно при натурных испытаниях удается провести эксперименты не более чем в двух отличающихся по толщине ледяных полях. При этом движение судна происходит передним и задним ходом при изменяющемся уровне мощности главных механизмов. В связи с большими размерениями современных судов и их высокой ледопроходимостью объем сопутствующих ледоисследовательских работ во время испытаний существенно увеличивается. К сожалению, не всегда удается подобрать идеальные условия и приходится проводить испытания в дрейфующем льду. Например, во время первого рейса НЭС «Северный полюс» (см. рисунок) требовалось провести ледовые испытания платформы перед постановкой в дрейф. В связи с ограничением по времени, отводимому на вмораживание платформы, испытания проводились вблизи от выбранного места швартовки в дрейфующих ледяных полях.

Испытания ледопроходимости НЭС «Северный полюс». Фото А.М. Зубкова

За последние десятилетия перечень тестов, выполняемых во время натурных ледовых испытаний, существенно расширился. Так, для крупнотоннажных судов важным параметром является радиус циркуляции во льдах при различных режимах работы винторулевого комплекса, а для ледоколов и судов обеспечения — возможность максимально быстро выполнить разворот методом «звезда». На рисунке показаны стадии выполнения маневра «звезда» и траектория движения ледокола «Виктор Черномырдин».



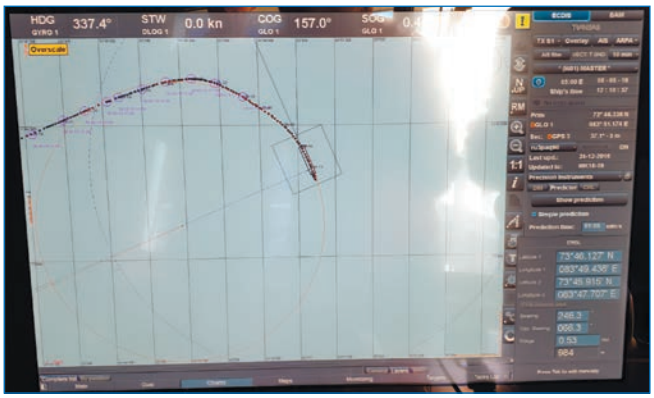


Стадии выполнения маневра «Звезда» и траектория движения ледокола «Виктор Черномырдин» при осуществлении разворота методом «звезда». Фото А.В. Чернова

При проведении натурных испытаний судна необходима детальная информация о ледяном покрове, с которым оно взаимодействует. Одной из проблем при проведении натурных ледовых испытаний судна остается учет влияния на ледопроходимость наличия снежного покрова. Также необходимо учитывать воздействие подледного течения. Эти параметры особенно важны для крупнотоннажных транспортных судов с вертикальным бортом, большой протяженностью цилиндрической вставки и большой площадью продольного сечения в подводной части корпуса.

В настоящее время не регламентировано управление полноповоротными винторулевыми колонками при проведении тестов по оценке радиусов циркуляции во льдах. Ниже на рисунке продемонстрировано выполнение тестов по исследованию циркуляции.

В последние годы в связи с появлением большого количества транспортных судов, предназначенных для круглогодичной эксплуатации на определенных трассах,



Выполнение тестов по исследованию циркуляции. Фото А.В. Чернова

встал вопрос о характеристиках ледопроходимости в ледяной каше, которая образуется в ледовом канале при многократном его прохождении судами. Такие испытания вызывают большие проблемы в связи с отсутствием однозначной оценки состояния канала и характеристик самой ледяной каши, образовавшейся в канале.

Ледяная каша и работы на смерзшемся канале. Фото А.В. Савицкой

Среди методических сложностей также стоит отметить отсутствие требований по морфометрическим характеристикам канала, за исключением общей толщины льда, отсутствие требований к физико-механическим свойствам льда, а также к степени смерзания канала, которая будет оказывать наибольшее влияние на движение судна. При этом необходимо учитывать, что само наличие канала подразумевает интенсивное движение судов. Организация работ по проведению испытаний на канале в таких условиях зачастую невозможна без риска для жизни и здоровья людей.

Многие современные суда ледового плавания имеют высокий ледовый класс и, соответственно, могут осуществлять самостоятельную навигацию во льдах, без проводки ледокола. А значит, им приходится преодолевать все возможные ледовые условия, в том числе и форсировать торосистые образования. Поэтому в программу ледовых испытаний включаются и тесты по преодолению торосов. Методика проведения испытаний по форсированию тороса также далека от завершенности. Спецификация зачастую ограничивается довольно размытой формулировкой, не указывая конкретные характеристики преодолеваемого тороса.

Кроме того, в связи с отсутствием полноценных методик пересчета, результаты тестов по движению в старых каналах, в ледяной каше, в торосах невозможно экстраполировать на аналогичные ледяные образования с другими характеристиками, что связано в первую очередь с их сложным строением. В таких условиях указанные испытания становятся чистой формальностью, имеющей мало общего с оценкой реальных ледовых качеств судна.

Учитывая перечисленные выше проблемы и результаты испытаний различных типов современных судов, предназначенных для разных целей, можно говорить о целесообразности как совершенствования методов проведения натурных испытаний судов во льдах, так и дополнительного усовершенствования методик обработки и интерпретации полученных результатов. Более того, необходим нормативный документ, который бы содержал всю эту информацию.

В настоящее время специалистами ФГБУ «ААНИИ» разработан проект методики проведения натурных ледовых испытаний, в котором обобщается накопленный опыт. Сформированы регламенты проведения испытаний при различных режимах движения судна. В регламенты включены порядок проведения каждого вида испытаний, требуемые ледовые условия, измерения, выполняемые до, во время и после проведения теста, а также интерпретация результатов теста. Большое внимание уделено организационным вопросам, в том числе вопросам безопасности при проведении работ на льду, а также минимизации воздействия на окружающую среду.

Подводя итог, стоит отметить, что в настоящее время существует сложившаяся практика проведения натурных ледовых испытаний судов, основанная на многолетнем опыте. Используемые методы и приемы позволяют успешно осуществлять требуемые тесты в достаточном объеме в минимальные сроки.

А.В. Савицкая, Н.А. Крупина, П.В. Пацева, А.В. Чернов, И.А. Свистунов (ААНИИ)