

## НАТУРНЫЕ ЛЕДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ КРУПНОТОННАЖНЫХ СУДОВ В 2021 ГОДУ

Натурные ледовые испытания судов являются одним из основных направлений деятельности отдела ледовых качеств судов (ОЛКС) ААНИИ с первых лет его существования. Десятки натурных ледовых испытаний были проведены специалистами отдела в 1960–1980 годах. Накопленный опыт был обобщен в опубликованной в 1980 году книге «Испытания судов во льдах», авторами которой являлись сотрудники ОЛКС — Д.Е. Хейсин и А.Я. Рывлин. Именно там были сформулированы основные положения методики проведения испытаний, описана технология их проведения, а также изложены принципы обработки экспериментальных данных.

проводились до сдачи судна в эксплуатацию и для этого организовывался специальный рейс, то сейчас все происходит в очень сжатые сроки: 10–14 дней, на которые судно выводится из эксплуатации. В то же время, в связи с большими размерениями современных судов и их высокой ледопробиваемостью, объем работ во время испытаний существенно увеличивается.

Первой крупной серией судов-газовозов для вывоза сжиженного газа из порта Сабетта являлась серия из 16 судов, построенных в Корее на верфи DSME по проекту финской компании Aker Arctic. Судовладельцами этих газовозов являются различные компании. Головное



Танкер «Юрий Кучиев» во время натурных ледовых испытаний в апреле 2021 года

В последнее десятилетие, после длительного затишья 1990-х — начала 2000-х годов, специалисты ОЛКС ежегодно участвуют в натурных ледовых испытаниях судов. Не стал исключением и 2021 год. В начале года ОЛКС ААНИИ заключил два международных контракта на натурные ледовые испытания крупнотоннажных судов. Один — с корейской судостроительной компанией Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME) на испытания газовоза «Владимир Воронин», а второй — на проведение натурных ледовых испытаний танкера «Юрий Кучиев» с финской судовой верфью Helsinki Shipyard Oy.

Сейчас строится большое количество транспортных судов для вывоза углеводородов с арктического шельфа. В основном это крупнотоннажные суда, размерения и мощность которых существенно превышают аналогичные параметры судов ледового плавания, построенных в XX веке. Основными характеристиками, подлежащими проверке в ходе натурных ледовых испытаний, являются ходкость и маневренность в ровном льду, а также способность преодолевать торосистые образования. Современные натурные ледовые испытания имеют ряд существенных отличий от проводившихся в прошлом веке. Например, если раньше испытания, как правило,

судно серии — газовоз «Кристоф де Маржери» — принадлежит российской компании Совкомфлот, еще четыре газовоза — компании Mitsui O. S. K. Lines (MOL, Япония), пять — греческой компании Dynagas, шесть — компании Teekay LNG, зарегистрированной на Багамских островах. Как правило, натурные ледовые испытания проводятся для одного судна серии. Но в данном случае каждый судовладелец инициировал проведение натурных испытаний одного из своих судов. Так, в 2017 году был испытан газовоз «Кристоф де Маржери» (Совкомфлот), в 2018 году — «Владимир Русанов» (MOL), в 2021 году — «Владимир Воронин» (Teekay).

Также весной 2021 года были проведены натурные ледовые испытания танкера «Юрий Кучиев». Судовладельцем и оператором судна является Dynacom Tankers Management Ltd. (Греция), а фрахтователем — «Ямал-СПГ» (Россия). Танкер предназначен для вывоза газового конденсата из п. Сабетта в Европу. Проект судна был разработан финской компанией Arctech. Стоит отметить, что технология постройки танкера была необычной — судно строилось одновременно на двух верфях: кормовая часть корпуса и надстройка строились в Хельсинки (Финляндия) на верфи Helsinki Shipyard Oy, а часть корпу-

са, содержащая грузовые танки, от форштевня до надстройки, была построена на хорватской верфи Brodotrogir и потом отбуксирована из Трогира вокруг Европы в Хельсинки.

Как и большинство современных транспортных судов высоких ледовых категорий, и газовоз «Владимир Воронин», и танкер «Юрий Кучиев» оборудованы винторулевыми колонками Azipod производства компании АВВ. Благодаря использованию в качестве двигателей

винторулевых колонок, в ледовых условиях эти суда способны двигаться кормой вперед, что дает им большую ледопробиваемость (пределная толщина льда, преодолеваемая судном с минимальной устойчивой скоростью движения, в данном случае 2 узла, при максимальной мощности энергетической установки), чем при традиционном способе движения носом вперед.

Для успешного проведения натуральных ледовых испытаний в минимально короткий срок необходимо тщательное планирование рейса, включая предварительный выбор ледовых полигонов. Для испытаний ходкости судна необходимы поля ровного припайного льда с толщиной, максимально близкой к заявленной ледопробиваемости судна. При этом глубина в районе испытаний должна, как минимум, вдвое превышать осадку судна, а размер поля для каждого эксперимента — превышать длину испытываемого судна примерно в 5 раз. Соответственно, грамотный выбор района испытаний существенно уменьшает потери времени на переходы между полигонами. Во всех испытаниях выполнение полного комплекса ледовых измерений, а также гидрометеорологическое обеспечение осуществлялось специалистами ААНИИ. Для испытаний обоих судов были выбраны полигоны в прибрежной части Карского моря от Диксона до Каменных островов.

### Технические характеристики крупнотоннажных судов, прошедших натурные ледовые испытания весной 2021 года

| Характеристика                                    | Газовоз «Владимир Воронин»                         | Танкер «Юрий Кучиев»                        |
|---|--|---|
| Место постройки                                   | Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (Корея) | Arctech Helsinki Shipyard (Финляндия)       |
| Год постройки                                     | 2019   | 2019  |
| Классификационное общество                        | Российский морской регистр судоходства (РС)        | Российский морской регистр судоходства (РС) |
| Ледовый класс судна                               | Arc7   | Arc7  |
| Водоизмещение по КВЛ, т                           | 143866   | 63786                                       |
| Длина по КВЛ, м                                   | 283,1  | 218,0                                       |
| Ширина по КВЛ, м                                  | 50,0   | 32,5  |
| Осадка по КВЛ, м                                  | 13,0   | 12,9  |
| Тип главной энергетической установки              | Дизель-электрическая                               | Дизель-электрическая                        |
| Количество и тип двигателя                        | 3×ABB Azipod                                       | 2×ABB Azipod                                |
| Суммарная мощность гребных электродвигателей, кВт | 45000 (3×15000)                                    | 22000 (2×11000)                             |
| Ледопробиваемость кормой/носом, м                 | 2,1/1,8  | 1,8/1,5                                     |

Примечание. КВЛ – конструктивная ватерлиния.

е. выполнение циркуляции в сплошном ровном льду и/или разворот методом «звезда»;

– преодоление торосистой гряды с заданной общей толщиной льда.

Каждый тест состоит из двух этапов — выполнение ледовых измерений и собственно проведение теста с выполнением судовых измерений. Продолжительность самого теста, как правило, не превышает 30–40 минут, а вот ледовые измерения могут занять от нескольких часов до нескольких рабочих дней.

Испытательные полигоны должны отвечать достаточно жестким требованиям, а поиск нового полигона

может занять длительное время, поэтому на каждом пригодном ледяном поле выполняется максимальное количество тестов. Для этого специалисты ААНИИ производили предварительные промеры толщины льда и снега на удалении 10–15 км и более. Даже при наличии снегоходов такие работы занимают несколько часов.

Все испытания в ровном льду сопровождаются промерами толщины льда и снега и плотности снега с частотой 30–50 метров, а также исследованием физико-механических свойств льда. Основной прочностной характеристикой льда, необходимой для оценки ходкости судна, является прочность льда при изгибе, которая должна быть определена либо



Газовоз «Владимир Воронин» на погрузке в п. Сабетта



Промеры толщины льда вдоль канала за газовозом «Владимир Воронин»



Выпиливание блока во льду толщиной около 180 см

по испытаниям консолей, выпиленных на всю толщину ледяного покрова, либо по испытаниям балок, подготовленных из всех слоев по толщине льда. Учитывая высокую ледопробиваемость обоих судов, проходивших натурные ледовые испытания весной 2021 года, толщина льда на полигонах, выбранных для испытаний, составляла около 1,8 м. Измерения прочности льда при изгибе по испытанию консолей на плаву при такой толщине льда заняли бы несколько дней. Поэтому выполнялись менее трудоемкие, чем консоли, но также требующие много времени и сил испытания балок при изгибе по трехточечной схеме. Для этого на полигоне каждого теста специалисты ААНИИ выпиливали блок на всю толщину льда, извлекали его из майны и далее готовили из него призматические образцы. Финские и немецкие коллеги, присутствовавшие на испытаниях, изумлялись мастерству и работоспособности российских специалистов при работе с толстым льдом.

Еще одним важным этапом проведения натуральных ледовых испытаний были испытания по преодолению торосистых гряд. В соответствии со спецификацией газозавоза «Владимир Воронин» должен преодолевать непрерывным ходом торосистую гряду с общей толщиной льда 15 м. Возможности танкера «Юрий Кучиев» несколько

скромнее — преодоление торосистой гряды толщиной 10 м. Перед проведением тестов в торосах специалисты ААНИИ выполняли бурение каждого тороса по трем профилям, параллельным предполагаемому направлению движения судна. Целью исследования было не только измерение общей толщины льда в торосе, но и определение его внутренней структуры.

Во время тестов обязательно измеряется скорость судна, фиксируются его координаты во времени и параметры работы энергетической установки и винторулевого комплекса. Для оценки фактических ледовых качеств испытанных судов полученные данные судовых измерений анализировались совместно с характеристиками льда и снега по методике, разработанной в ААНИИ.

Оба судна достойно прошли испытания, и после обработки полученных результатов ледопробиваемость, маневренность и способность преодоления торосистых гряд были подтверждены в полном соответствии со спецификационными требованиями.

*В.А. Лихоманов, Н.А. Крупина, А.В. Савицкая,  
А.В. Чернов, И.А. Свиштунов (ААНИИ).  
Фото авторов*



Группа ААНИИ после завершения испытаний газозавоза «Владимир Воронин»