

УДК 629.124.791.07

DOI: 10.46960/62045_2020_3_27

Э.Ш. Мамедов, Ю.А. Двойченко
ПРОЕКТ ПЛАВАЮЩЕЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
ЛАБОРАТОРИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
СУДОВ С ЛЕДЯНЫМ ПОКРОВОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлен проект размещения исследовательской лаборатории на базе стоечного судна, расположенного в районе, свободном от течения. Проект предполагает использования натурального ледяного покрова реки, что существенно снижает затраты. Базовое судно имеет производственные (модельные) мастерские, приборные, пост управления и другие помещения для проведения экспериментов. На судне имеются жилые, бытовые и другие помещения, позволяющие круглосуточно проводить опыты на ледовом полигоне. Он представляет собой участок натурального ледяного покрова реки, в котором образованы майны для размещения экспериментальных устройств. Предполагается использование методики моделирования в тонком естественном льду с использованием натурального холода. Показано размещение буксировочной системы и защита бассейна от выпадающего снега.

Ключевые слова: ледовые исследования, моделирование ледяного покрова, исследовательская ледовая лаборатория.

Введение

В последнее десятилетие в связи с изменением климата все больше внимания уделяется Северному морскому пути. Северный морской путь как транспортная артерия между Юго-Восточной Азией и Европой по значению приближается к транспортному южному маршруту через Суэцкий канал. Уменьшение толщины льдов в связи с потеплением климата не исключает значения ледокольного флота в обеспечении бесперебойной, в идеале – круглогодичной, работы Северного морского пути. Это определяет значение повышения эффективности ледоколов и их ледовой ходкости, основным инструментом исследования которой являются модельные эксперименты в ледовых опытовых бассейнах. Они, как правило, имеют значительные размеры ледовых чаш и требуют больших финансовых затрат. В то же время существует круг научных сотрудников, университетов, аспирантов и студентов, заинтересованных в проведении ледовых исследований в данном направлении. Для этого достаточно использовать малых ледовые бассейны, лед в которых намораживается за счет естественного холода в зимний период. Применение такой технологии было реализовано в Нижегородском Техническом Университете им. Р.Е. Алексеева, где на протяжении сорока лет успешно проводится широкий круг опытов в ледовых бассейнах, установленных во дворе университетского корпуса. Эти исследования становятся все более актуальными в свете последних Указов правительства о формировании Стратегии освоения Арктики и развития исследований соответствующего направления [1,2].

Описание проблемы

Для исследований использовались два бассейна с размерами чаши 1,5×16 м и круглый в плане бассейн диаметром 5 м. Получаемые результаты модельных экспериментов имеют достаточной уровень адекватности благодаря методике, предложенной В.А. Зуевым и др. [3]. Методика предполагает моделирование с использованием тонкого натурального льда, намораживаемого под действием естественного холода. Несмотря на существенную экономическую

выгоду бассейнов под открытым небом, постоянно сохранялся большой круг затруднений, в первую очередь, из-за масштабного эффекта, вызванного малой шириной чаши бассейна. Поэтому, когда возникла необходимость испытания во льду крупномасштабной модели, в 1980-е гг. по инициативе Е.М. Грамузова [4] на акватории Гребного канала в ледяном покрове была вырезана майна нужных размеров, установлена буксировочная система и проведены необходимые эксперименты. Базой размещения исследователей служил дебаркадер, находящийся на зимнем отстое. В связи с усилившимся интересом к исследованию ледовой ходкости возникла идея аналогичным образом использовать акваторию Гребного канала для размещения исследовательского комплекса на базе специального оборудованного стоечного судна. Основные затруднения в использовании комплекса бассейнов во дворе учебного корпуса состояли в следующем.

1. Испытания в бассейне проводятся во время кратких периодов морозной погоды (5-8 суток), поэтому необходима круглосуточная работа экспериментаторов численностью 5-9 чел. Эффективность опытов значительно снижается из-за отсутствия бытовых удобств, невозможности нормально нормального отдыха, невозможности хранения и сушки спецодежды.
2. Одним из основных факторов, ограничивающих возможность исследования, является фиксированная ширина бассейна – 1,5 м, не позволяющая испытывать модели судов и инженерных объектов в нужном масштабе. Увеличение ширины затруднено из-за пожарных требований безопасности.
3. Технология проведения опытов предполагает после каждой буксировки модели, уборку битого льда из чаши на территорию двора учебного корпуса. При интенсивном проведении экспериментов территория заполнится битым льдом, не позволяя использовать двор по прямому назначению, нарушая требования пожарной безопасности, мешая подъезду пожарных автомобилей.

Эти обстоятельства заставили обратиться к разработке проекта лаборатории по исследованию взаимодействия судов и сооружений со льдом, свободной от перечисленных недостатков. В связи с повышенным вниманием к вопросам ледовой ходкости судов предлагается проект, который может претендовать на реализацию как одно из направлений инвестиций выделенных средств на развитие ледовых исследований.

Концепция и реализация проекта

Суть предлагаемого проекта состоит в использовании в качестве исследовательской базы стоечного судна на водной акватории вблизи береговой черты Нижнего Новгорода. Концепция представлена следующими четырьмя основными положениями.

1. В качестве основы для исследовательской базы используется одна из старых барж, имеющих минимальную остаточную стоимость.
2. Баржа переоборудуется как полнофункциональная научно-исследовательская лаборатория экспериментального профиля в области ледотехники.
3. Кроме необходимых мастерских, лабораторий, стендов должны быть предусмотрены все вспомогательные бытовые и санитарно-гигиенические помещения, обеспечивающие непрерывную работу научного коллектива и вспомогательного персонала в течение 10-15 суток.
4. Для эффективности круглогодичного использования спроектированного судна должна быть предусмотрена его эксплуатация в летний сезон как база для организации и занятия водными видами спорта, что позволит снизить затраты на содержание судна.

В качестве исходной базы выбрана баржа проекта Р-127, имеющая характеристики $L \times B \times H = 35 \times 75 \times 1,3$ м и предназначенная для перевозки хлебных лесных грузов. Судно имеет класс ΨP , водоизмещение 180 т, грузоподъемность 120 т и осадку 0,77 м (рис 1).

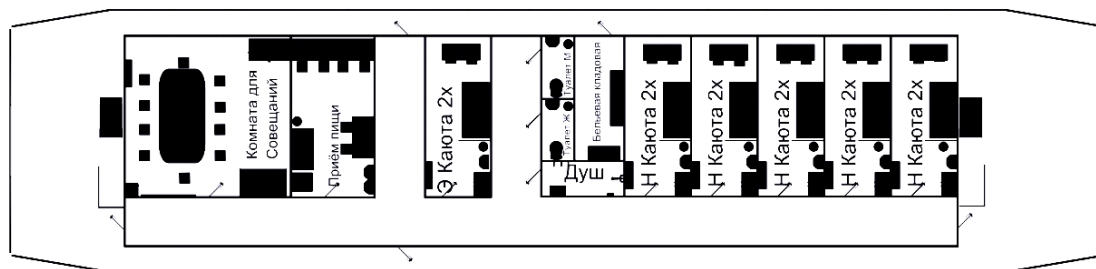


Рис. 3. Второй ярус надстройки

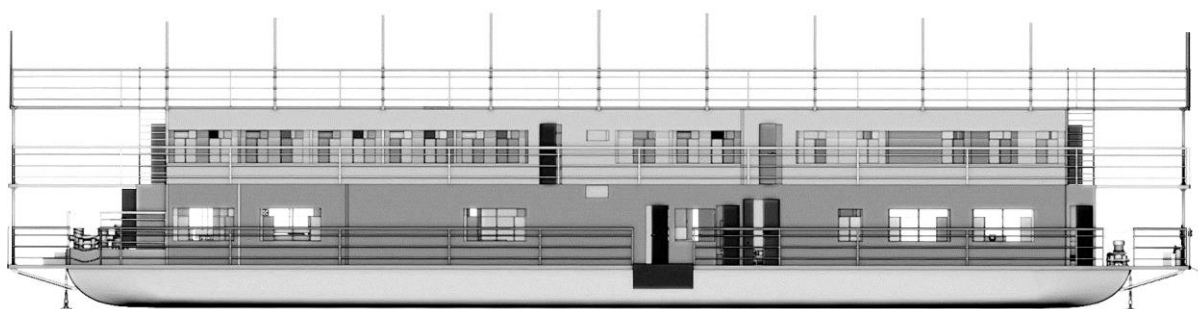


Рис. 4. Вид экспериментальной базы сбоку со стороны берега

Ледовый полигон и оборудование для экспериментов

Научно-исследовательское судно устанавливается в районе Гребного канала. Рядом с судном, после достижения толщины льда более 11 см, оборудуется полигон для испытаний моделей судов и сооружений в модельном льду. Расположение судна и полигона в плане показано на рис. 5.

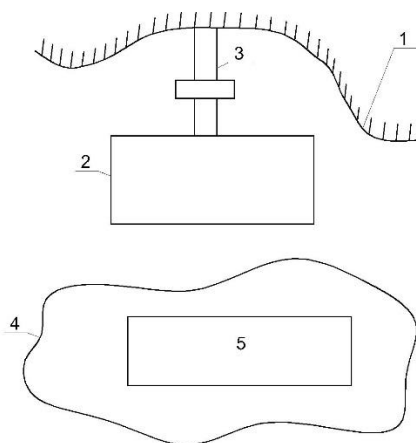


Рис. 5. Расположение судна – исследовательской лаборатории на акватории Гребного канала:

1 – береговая черта; 2 – судно; 3 – сходни; 4 – полигон испытаний на ледяном покрове; 5 – майна для размещения ледового опытового бассейна

На полигоне с помощью бензопилы вырезается майна требуемого размера. При вырезании лед делится на небольшие блоки, размер которых выбирается в зависимости от толщины льда: чем он толще, тем меньше блоки. В зависимости от массы блока, он либо поднимается на ледяной покров, либо притапливается и задвигается по кромку майны. Затем по торцевым сторонам майны устанавливается буксировочная система гравитационного типа, (рис. 6). Крепление системы ко льду производится с помощью ледовых якорей, отверстия под которые сверлятся ледобуром. Для предотвращения вмержания якорей в лед, отверстия забиваются пенопластовой крошкой, которая позволяет извлечь якорь. Для предотвращения вмержания в лед нижней опоры якоря, якорь периодически отделяется и опоры переустанавливаются. Для регистрации скорости движение модели судна предусмотрена дистанционная передача данных в помещении управления экспериментами.

После образования майны и уборки блоков под борта ее поверхность очищается от крошек битого льда. Далее происходит нарастание тонкого сплошного модельного льда до нужной толщины. В мастерской производятся взвешивания и удифферентовка испытываемой модели. После этого она переносится к бассейну, где выпиливается отверстие для ее установки. После запряжки модели в буксировочную систему, устанавливается буксировочный груз требуемой величины и производится буксировка модели в тонком натурном льду. Затем модель уносят в теплое помещение мастерской. Поверхность майны расчищается от битого и сплоченного льда по краям канала. Битый лед удаляется на расстояние около 2 м от бассейна. Опыт показывает, что такое расстояние достаточно для проведения 40-50 экспериментов, прежде чем возникнут затруднения в уборке ледяных обломков из майны. Новая майна под ледовый бассейн может быть вырезана в любом свободном месте, она может иметь круглую или квадратную форму, что является несомненным преимуществом использования натурального речного ледяного покрова.

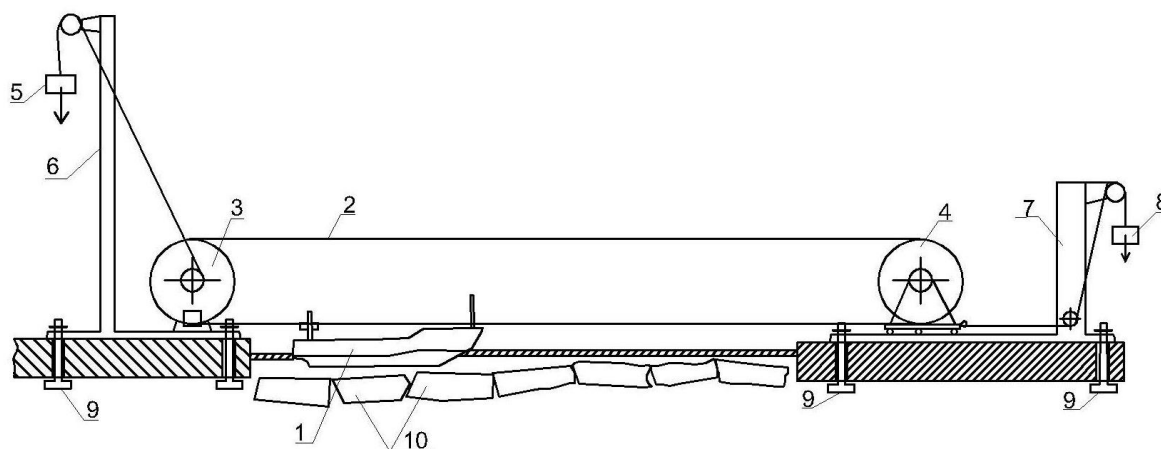


Рис. 6. Схема ледового опытового бассейна на полигоне натурального ледяного покрова:

- 1 – модель судна; 2 – буксировочный трос; 3 – передний диск; 4 – задний диск;
 5 – буксировочный груз; 6 – мачта буксирного груза; 7 – мачта натяжного груза;
 8 – груз натяжения; 9 – ледовые якоря; 10 – удаленные блоки льда

Одним из существенных затруднений при намораживании модельного ледяного слоя является выпадение снега. На поверхности воды при этом образуется смесь снега, льда и воды неконтролируемой толщины (так называемое «сало»). Трудоемкость уборки такого слоя достаточно велика сама по себе, а с увеличением ширины бассейна существенно возрастает. Поэтому предлагается перекрывать бассейн поверхностями арочной формы, изготовленными из листового поликарбоната (рис. 7).

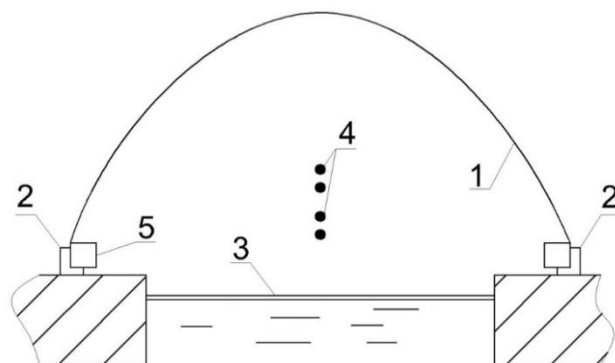


Рис. 7. Закрытие бассейна на время снегопада:

1 – экран из полипропилена; 2 – упоры на льду; 3 – модельный лед; 4 – буксирный трос; 5 – грузы

Листы поликарбоната (1), хранящиеся рядом с бассейном, два человека заносят над бассейном и сгибают, упирая их в упоры (2). Для предотвращения действия ветра нижние края листов прикрепляются к грузам (5).

Выводы

Представленный проект стоечного судна – экспериментальной базы для проведения исследований взаимодействия судов и сооружений с ледяным покровом, позволит выполнять широкий круг исследований, используя естественный холод и натуральный лед. Судно может также служить учебной базой для подготовки магистров по направлению «Взаимодействие объектов техники с ледяным покровом», на подготовку которых кафедра «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ им. Р.Е. Алексеева имеет международный сертификат.

Библиографический список

1. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 г. № 645. О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/J8FhckYOPAQQfxN6Xlt6ti6XzpTVAvQu.pdf> (дата обращения 21 сентября 2020).
2. Указ Президента Российской Федерации о Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201612010007.pdf> (дата обращения 21 сентября 2020).
3. Зуев В.А. К вопросу о моделировании движения судов в сплошном ледяном поле [Текст] / В.А. Зуев, М.Е. Рабинович Е.М. Грамузов, Ю.А. Двойченко // Теория и прочность ледокольного корабля. – Горький: ГПИ, 1978. С. 22-25.
4. Ионов, Б.П. Ледовая ходкость судов [Текст] / Б.П. Ионов, Е.М. Грамузов. СПб: Судостроение, 2001. – 512 с.
5. Российский Речной Регистр [Текст]. Тт. 2-4. 2020 г.
6. СанПин 2.5.2-703-98 Санитарные правила для судов внутреннего и смешанного плавания [Текст]. – М.: Моркнига, 2019. – 124 с.