

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕДЯНОГО ОСТРОВА В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ НИС «ЛЕДОВАЯ БАЗА “МЫС БАРАНОВА”»

Российская Федерация, обладая огромным ресурсным потенциалом, сосредоточенным в том числе в арктических регионах на шельфе и мелководных частях морей Северного Ледовитого океана (СЛО), ведущая активную хозяйственно-промышленную деятельность на Севере в лице государственных и частных компаний, заинтересована в надежных инженерно-технически обеспеченных территориях, созданных искусственно в необходимых местах указанных акваторий на базе ледяных островов, пригодных для круглогодичного использования.

В целях проверки возможности практической реализации предложения о создании ледяного острова в мелководных частях морей СЛО, заливах и эстуариях рек на ледовом полигоне в районе бухты Амба о. Большевик архипелага Северная Земля неподалеку от научно-исследовательского стационара «Ледовая база “Мыс Баранова”» с 22 марта по 8 мая 2018 года были проведены работы по созданию фрагмента ледяной опорной плиты (ЛОП) в натуральную величину. Для строительства использовались ледяные блоки, вырезанные из припайного льда, покрывающего пролив, с помощью водяного ледореза производства ААНИИ.

Все работы по вырезке, транспортировке и установке блоков ЛОП проводились силами термобурового отряда сезонной экспедиции «Север-2018», организованной ВАЭ ААНИИ. В состав отряда входили: начальник отряда кандидат физ.-мат. наук В.В. Харитонов, ведущий инженер-механик А.В. Ширшов и ведущий инженер-ледоисследователь Г.А. Дешевых. Для работы привлекался гусеничный вездеход «Ирбис» под управлением механиков-водителей НИС «Ледовая база “Мыс Баранова”».

Концепцию о возможности создания «ледяного острова» первоначально предложил и разрабатывал в течение многих лет Валентин Андреевич Морев (1929–2017), старейший специалист ААНИИ в области теплового бурения льда и разработки ледовых буровых систем. Идеи и предложения В.А. Морева явились научной базой для проведения данного натурного моделирования ЛОП.

Весь комплекс работ по созданию ЛОП состоял из следующих этапов:

- поиск места проведения эксперимента с предварительным определением толщины льда и глубины моря;
- более подробный промер глубины моря в выбранном месте;
- разметка полигона для вырезки ледяных блоков;
- доставка оборудования с базы на полигон, разворачивание установок;
- расчистка полигона от снега;
- вырезка ледяных блоков;
- перемещение блоков к месту установки, их установка и фиксация в субвертикальном положении;
- подводная контрольная съемка построенного фрагмента ЛОП.

Для проведения данного эксперимента использовались водяной ледорез производства ААНИИ, вездеход «Ирбис» и различное вспомогательное оборудование.

Поиск места для проведения работ обуславливался следующими факторами: расстояние до базы не более пяти километров, глубина моря около пяти метров на

участке площадью 50×50 м, транспортная доступность для доставки оборудования, толщина льда до 1,5 м, толщина снежного покрова не более 40 см. В результате шнекового бурения льда на нескольких мелководных заливах вдоль береговой линии северо-восточной части бухты Амба и промера глубины моря лотом был найден ровный незаторошенный участок однолетнего льда без включений двухлетнего, отвечающий вышеперечисленным требованиям.

После повторного бурения и измерения глубины моря по размеченной сетке был уточнен характер донного рельефа, с учетом которого была произведена разметка площадки для вырезки блоков. В месте проведения эксперимента глубина моря была 4–5 м, толщина снежного покрова 35 см, толщина льда около 1,4 м, удаленность от берега 200 м.

После доставки оборудования, расчистки снега и окончательной разметки участка в соответствии с планируемыми размерами ледяных блоков термобуровой отряд приступил к работе с водяным ледорезом. Ширина вырезанных блоков составила 1,5 м, толщина — 1,4–1,6 м, длина первых двух блоков составила 6 м, длина третьего — 6,5 м, четвертого — 7 м. Разница в длине отдельных блоков обусловлена постепенным увеличением глубины моря в месте работ. Вес блоков по нашей оценке изменялся от 12 до 14 т.

Резка блоков производилась водяным ледорезом перпендикулярно плоскости ледяного поля. В соответствии с разработанной методикой установка каждого блока в донное основание ЛОП должна производиться подъемом его в воде с упором в грунт дна в положение, близкое к вертикальному, с таким расчетом, чтобы каждый следующий блок, опираясь на соседний, не сместил его со своего места. Для облегчения погружения блока его упорная (передняя) кромка подрезалась под углом 50–60° к его верхней поверхности.

После окончания вырезки каждый блок обвязывался тросовой петлей со стороны, противоположной к месту установки, и по образовавшемуся каналу транспортировался к месту установки с помощью вездехода «Ирбис». В момент контакта с обрезом ледяного поля (первый блок) или с уже установленным блоком (последующие блоки) за счет срезанной кромки появляется поперечная к натяжению составляющая силы реакции опоры, притапливающая передний край блока и облегчающая его опрокидывание. При дальнейшем натяжении троса кормовая часть блока поднимается еще больше, и после преодоления силы трения начинается движение блока вниз, он уходит под воду с разворотом. После упора на дно верхняя часть блока возвышается на некоторую высоту над уровнем моря. Правильным считается положение, при котором каждый блок установлен под углом около 10° к вертикали, соприкасается всей подводной поверхностью с соседним блоком и опирается срезанной кромкой на дно. Такое положение облегчает процесс установки последующих блоков за счет уменьшения тягового усилия при повороте блока.

Температура воздуха во время работ была около 12 °С, что недостаточно для быстрого смерзания блоков в единый монолит. Поэтому по окончании эксперимен-

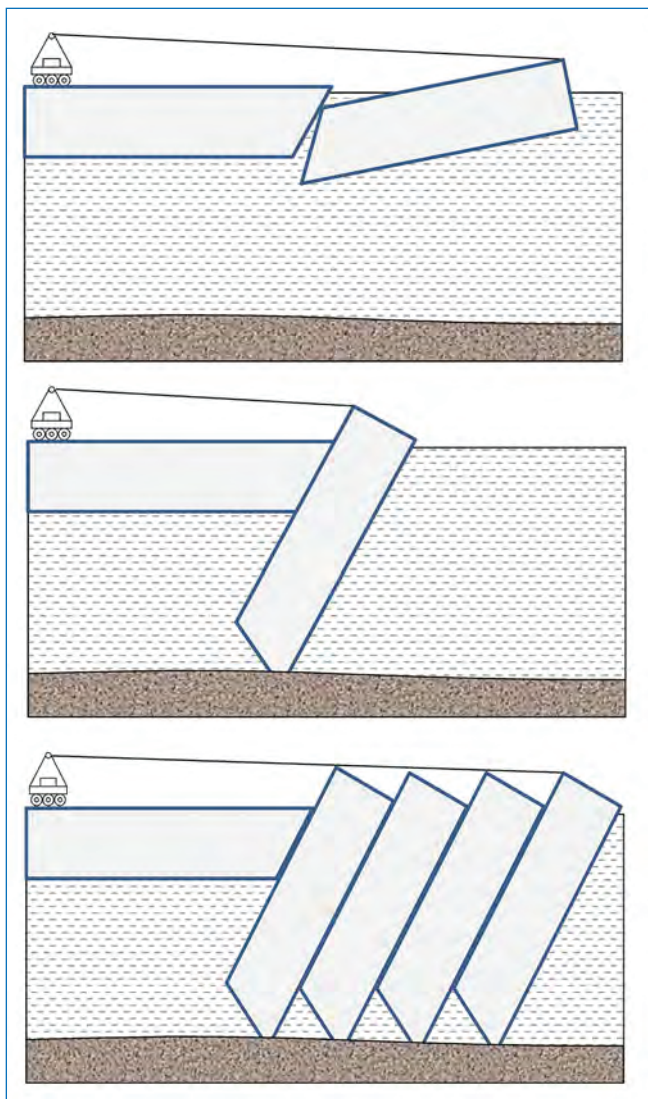


Схема строительства макета ледяной опорной плиты

та установленные блоки были дополнительно обвязаны и стянуты ремнями в целях их дополнительной стабилизации.

После окончания всех работ на полигоне для подтверждения полученного результата была произведена подводная съемка установленных блоков ЛОП, которая подтвердила правильность выбранной методики работ и надлежащий уровень их исполнения. При выполнении работ вредного антропогенного воздействия на природную среду не выявлено.

В ходе проведения данного эксперимента группа термобурения столкнулась с некоторыми трудностями:

- длительность процесса резки, связанная с выбранным термоводяным способом резания льда и отсутствием альтернативы;

- отличие в толщине вырезаемого льда даже на таком небольшом расстоянии, как ширина блока, доходило до 16 см; за счет такой неоднородности толщины льда блок после окончательной вырезки несколько поворачивался вдоль продольной оси и часто заклинивал в прорезанном канале;

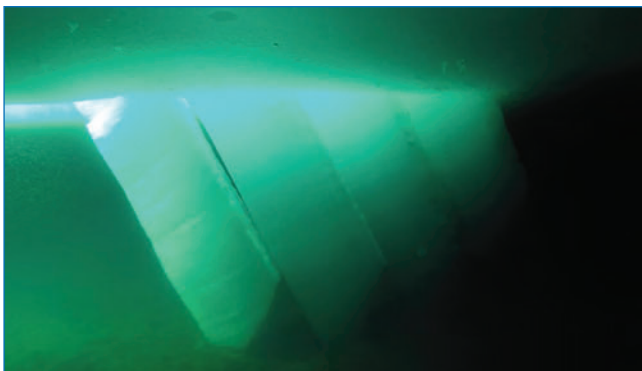
- работы были прерваны в связи с ухудшением погоды, началась метель, и свободный ото льда канал был занесен снегом, который, пропитываясь водой и постепенно погружаясь, накапливался в канале; на очистку его от снега были затрачены значительные усилия;



Установка на дно второго ледяного блока



Следующий этап – жесткая фиксация крайнего блока в прижатом положении во избежание его отклонения под своим весом



Положение блоков ЛОП на дне

- отсутствие запаса мощности используемого вездехода при установке блоков на дно;

- использование тросовой петли для захвата и удержания ледяных блоков при их транспортировке и установке оказалось не оптимальным выбором;

- слабая смерзаемость блоков из-за позднего времени проведения эксперимента.

В процессе строительства фрагмента экспериментальной ЛОП были уточнены следующие положения:

1. Работы по возведению ЛОП должны производиться в середине зимнего сезона, когда толщина ледяного покрова достигает значительной величины, а среднесуточные температуры воздуха минимальны.

2. Необходимым условием строительства является наличие ровного льда на площади, достаточной для обеспечения строительства ледяными блоками.

3. Величина блоков льда зависит как от глубины моря на выбранном участке, так и от уровня механизации и способа резания льда.

4. При увеличении площади вырезаемых блоков влияние неоднородности в их толщине не будет приводить к их перекосам в ледяном канале.

5. Для возведения полномасштабной ЛОП необходима дальнейшая разработка методики консолидации ледяных блоков в единую (островную) структуру, исключаящую их размыв, выпадание, перекося или разрушение вследствие естественных (приливы, волновая нагрузка, течения) или искусственных (ударная нагрузка) причин.

Данный натурный эксперимент можно признать успешным ввиду достижения цели, стоявшей перед исполнителями, в результате чего сделан вывод: возведение ЛОП из вырезанных ледяных блоков на мелководных акваториях СЛО возможно и практически осуществимо.

Ограничения по глубине в случае полномасштабного проекта возведения ЛОП («ледяного острова») свя-

заны с размерами блоков, которые в случае высокой механизации работ могут значительно превосходить экспериментальные, а время на строительство ЛОП сокращено.

На практике во многих случаях строительство ЛОП является альтернативой строительству искусственных островов на шельфе арктических морей при умеренных финансовых затратах. Возведение подобных объектов должно осуществляться по хорошо разработанным схемам и методикам с учетом местных условий локализации. Технический персонал, строящий ЛОП, обеспеченный высокоэффективными средствами механизации, будет способен многократно возводить их по требованию заказчиков, комбинируя различные (механические, термоводяные и иные) способы резания льда и транспортировки готовых блоков.

*В.В. Харитонов, А.В. Ширшов (АНИИ).
Фото Г.А. Дешевых*