

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ СУЩЕСТВОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ЛЕДОВОГО ОСТРОВА

К.С. Воскресенский¹, Ю.П. Гудошников¹, О.М. Андреев¹

¹Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

ESTIMATION OF THE LIFETIME OF THE ARTIFICIAL ICE ISLAND

K.S. Voskresenskii¹, Y.P. Gudoshnikov¹, O.M. Andreev¹

¹Arctic and Antarctic research institute, St. Petersburg, Russia

Доклад посвящен определению и оценке факторов, влияющих на продолжительность жизненного цикла искусственного ледового острова с момента его строительства до полного разрушения.

The report is devoted to the identification and assessment of factors affecting the lifetime of an artificial ice island from the time of its construction until complete destruction.

Освоение полезных ископаемых в мелководной части арктического шельфа России затруднено как климатическими факторами, так и слаборазвитой инфраструктурой регионов. Поэтому на мелководных акваториях в связи с ограниченным сроком летней навигации имеет смысл в качестве опорного основания для поисково-разведочного бурения использовать ледовые острова, образуемые путем послойного утолщения естественного ледового покрова до толщины, достаточной, чтобы выдержать вес технологического оборудования.

По способу удержания ледовые острова подразделяются на:

- плавучие;
- опирающиеся на грунт.

Использование льда в качестве вспомогательного материала для нужд морской разведки нефти и газа началось в 1973 году на разведочной скважине Неcla в канадском секторе Арктики. Плавучий ледовый остров был создан на основе припайного льда путем послойного налива морской воды. В период с 1973 по 1986 год в канадском секторе Арктики было успешно пробурено 38 скважин с плавучих ледовых островов на глубинах до 500 м [1].

Брызговой лед начал использоваться для строительства плавучих ледовых островов в 1984-85 г. на острове Cape Alison и в 1985-86 г. на острове North Cornwall (рис. 1.) [1].

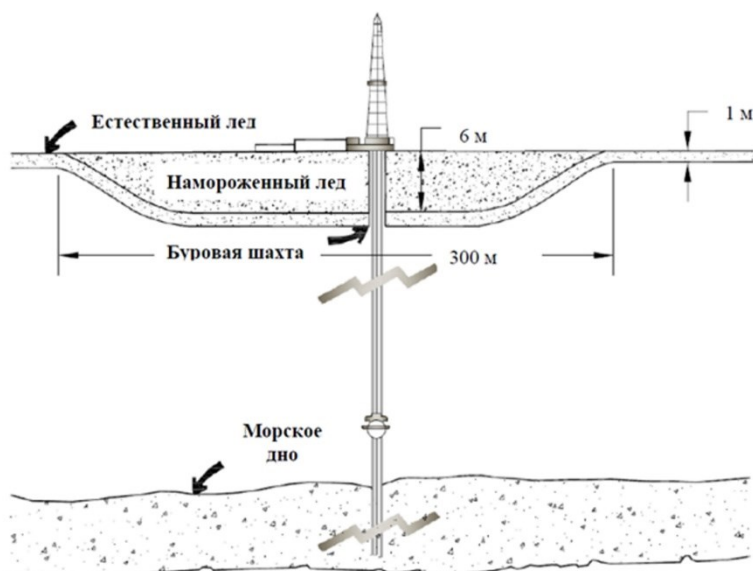


Рис. 1. Схема плавучего ледового острова Cape Alison.

В российской практике можно отметить использование схожих технологий:

- полярные станции «Северный полюс»;
- ледовые дамбы для отстоя судов в зимний период;

- ледовые дороги и выгрузки на припай;
- ледовые мосты через сибирские реки (к примеру – переправа через р. Амур в 1930-40 гг.);
- ледовые причалы (м. Шмидта).

Однако при наличии многочисленных результатов исследований ледовые острова не нашли применения в нефтегазовой отрасли.

Последний эксперимент по строительству ледового острова для целей поисково-разведочного бурения проводился в районе мыса Харасавэй в начале 1981-83 гг. [2].

Ледовые острова обладают рядом преимуществ по сравнению с искусственными гравийными островами, особенно в отношении экологических и экономических аспектов. Главным преимуществом является использование морской воды как основного конструкционного материала, её доступность в неограниченном количестве. Ликвидация гравийного острова зачастую обходится дороже, чем его строительство. В свою очередь ликвидация ледового острова происходит естественным путем и оказывает меньшее негативное влияние на окружающую среду при учете попадания в акваторию регламентированного предельного количества механических добавок, использованных при строительстве [3].

Несмотря на значительные преимущества, использование ледовых островов ограничивается малыми глубинами и зимним периодом работ, скорости намораживания ограничиваются условиями окружающей среды. В основном, продолжительность жизненного цикла ледового острова ограничивается одним сезоном.

Целью данного исследования является выявление групп факторов, влияющих на продолжительность жизненного цикла ледового острова, выявление их взаимосвязей.

Жизненный цикл ледового острова можно разделить на следующие этапы:

- Строительство ледяного массива на припайном льду;
- Эксплуатация;
- Ликвидация острова.

На протяжении всего жизненного цикла на ледовый остров влияют такие климатические факторы, как термическое и радиационное разрушение [4], волновая, ветровая эрозия, воздействие дрейфующих полей, колебания уровня воды, вызванные приливно-отливными и стонно-нагонными явлениями, придонные течения [5].

На этапе строительства наиболее важным является выбор технологии намораживания, от которой зависит продолжительность строительства, физико-механические свойства искусственного льда [6,7]. Необходимы расчет поперечной устойчивости сдвигу, сопротивления всплытию, поперечным нагрузкам от дрейфующих полей, расчет несущей способности ядра острова, расчет физико-механических свойств искусственного льда выше и ниже ватерлинии [8,9,10].

Технологии создания ледяного массива: [1,8,9,10,11,14]

- метод послойного намораживания;
- метод распыления;
- блочный метод;
- метод объемного намораживания;
- комбинированный метод.

В процессе эксплуатации бурового оборудования следует учитывать тепловое влияние и вибрацию буровой шахты на ядро острова [1,8,10].

На этапе демонтажа технологического оборудования следует учитывать снижение прочности, трещинообразование, усталость [1,8,10].

К дополнительным способам увеличения срока службы ледового острова следует отнести армирование, гидро- и теплоизоляцию, создание ледозащитных сооружений, защиту основания острова от размыва грунта.

Армирование ледяного массива позволяет повысить его прочностные характеристики путем добавления механических добавок в процессе намораживания. Таким образом, создается искусственный ледяной композитный материал. В качестве добавок используются песок, древесные опилки и стружки, бумага, синтетические волокна и другие материалы. Армирование также выполняется путем вмораживания секций стальных, капроновых или пеньковых канатов [9].

Гидро- и теплоизоляция по верхней и боковым поверхностям ледяного массива снижает воздействие термического разрушения и волновой эрозии [9]. Для бурения скважины необходимо тщательно проанализировать перенос тепла на лед во время бурения. Невнимание к этому вопросу раньше приводило к значительному таянию льда под буровой установкой и почти к полной потере устойчивости. Изолирование (пассивное или активное) должно применяться в случае, если длительность буровой программы больше недели. Пассивные системы используют изоляцию, а активные системы используют раствор соли, постоянно нагнетающийся через отверстие между обсадной трубой и технической колонной [10].

На акваториях с тяжелой ледовой обстановкой для предотвращения навалов льда на вспомогательную площадку острова, а также для сохранения целостности кромки применяется создание ледозащитных сооружений по периметру острова. Также производится защита основания острова от размыва грунта. [10]

Снижение продолжительности строительства возможно достичь при вмораживании блоков полиуретановой пены, обладающей низкой плотностью. Такая мера позволяет существенно снизить объем намороженного льда [1].

Заключение.

Искусственные ледовые острова применяются в нефтегазовой отрасли с 1970х г. для проведения поисково-разведочного бурения на мелководных акваториях замерзающих морей. Они имеют несколько очевидных преимуществ по сравнению с альтернативными видами арктических буровых платформ.

На продолжительность жизненного цикла ледового острова влияет множество природных и антропогенных факторов, комплексно изучив которые, уже на этапе проектирования возможно заложить ряд мер, защищающих сооружение различными способами от тех или иных негативных факторов, что позволит увеличить долговечность острова на более чем один сезон.

Литература

1. Ice Island Study. Final Report. MMS Project #468. Canada.:2005.
2. Алексеев Ю.Н., Афанасьев В.П., Литонов О.Е., Мансуров М.Н., Панов В.В., Трусков П.А. Ледотехнические аспекты освоения морских месторождений нефти и газа. Гидрометеиздат.: СПб.:2001.
3. Мирзоев Д.А. Гидротехнические сооружения для освоения нефтегазовых ресурсов мелководного шельфа замерзающих морей: М.:1995.
4. Лебедев Г.А., Сухоруков К.К., Ковалев С.М. Термическое разрушение морского льда. СПб.: Гидрометеиздат, 2003.
5. Изученность гидрометеорологических и ледовых условий шельфа юго-восточной части Баренцева и юго-западной части Карского морей. Том 444. Под ред. д-ра геогр. наук Зубакина Г.К. Гидрометеиздат.: СПб.: 2001.
6. Гаврило В.П., Ковалев С.М., Недошивин О.А. Расчетные среднесезонные характеристики механических свойств однолетнего льда Баренцева и Карского морей.
7. Доронин Ю.П., Хейсин Д.Е. Морской лед,- Л.: Гидрометеиздат, 1975. 320 с.
8. СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения
9. РД 31.31.52-89. Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации ледяных причальных сооружений. Л.:1989.
10. ГОСТ Р ИСО 19906. Нефтяная и газовая промышленность. сооружения арктического шельфа. М.:2011.
11. Макеенко В.И. Серебрякова А.А. Шибакин С.И. Ледяные острова, как основания для бурения разведочных скважин в мелководной зоне северных морей // Материалы конференций и совещаний по гидротехнике. «Лед 87». Л. Энергоатомиздат. 1989. стр. 197-199
12. Симаков, Г.В., Шхинек, К.Н., Смелов, В.А. Морские Гидротехнические Сооружения на континентальном шельфе Ленинград.:1989.
13. Степанюк И.А. Технологии испытаний и моделирования морского льда. Гидрометеиздат.: СПб.:2001.
14. Умеренное намораживание льда методом дальнеструйного дождевания (временная инструкция) Якутск.:1982.