

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ МОРСКОГО ЛЬДА ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

Фомина Алина Валерьевна

магистрант, Дальневосточный федеральный университет, кафедра Гидротехники, теории
зданий и сооружений, РФ, г. Владивосток

Юн Ден Хи

магистрант, Дальневосточный федеральный университет, кафедра Гидротехники, теории
зданий и сооружений, РФ, г. Владивосток

FEATURES OF APPLICATION OF THE PROPERTIES OF SEA ICE FOR ARCTIC OFFSHORE STRUCTURES

Alina Fomina

*master student, Far Eastern Federal University, Offshore and Structural Engineering Department,
Russia, Vladivostok*

Yun Den Khi

*master student, Far Eastern Federal University, Offshore and Structural Engineering Department,
Russia, Vladivostok*

Аннотация. В статье авторами были рассмотрены свойства морского льда, которые влияют на проектирование и эксплуатацию шельфовых сооружений в Арктике. Присутствие морского льда, несомненно, является основным фактором, способствующим сложности операций Арктическом регионе. Свойства однолетнего льда и многолетнего могут значительно различаться, следовательно, различается и подход к изучению и применению этих свойств относительно морских сооружений.

Abstract. In the article, the authors considered the properties of sea ice, which affect the design and operation of offshore structures in the Arctic. The presence of sea ice is undoubtedly the main factor contributing to the complexity of operations in the Arctic region. The properties of annual ice and perennial can vary considerably and therefore the approach to the study and application of these properties relative to offshore structures also differs.

Ключевые слова: Арктика; нефть; сооружение; газ; морская платформа; безопасность; свойства льда.

Keywords: Arctic; oil; structure; gas; offshore platform; safety; ice properties.

Активность промышленной деятельности явно растет в полярных морских районах мира. Это включает в себя увеличение объема судоходства и строительства на шельфе в поддержку как коммерческих, так и туристических операций. Особое внимание в настоящее время уделяется расширению деятельности по разведке и добыче нефти и газа на шельфе в различных географических регионах, где воды с присутствием льда являются обычным явлением. Безопасная и экономичная деятельность в арктических регионах требует очень тщательных предварительных исследований, так как неблагоприятные и необычные условия эксплуатации в сочетании с хрупкой окружающей средой представляют собой значительные новые проблемы и диктуют дополнительную осторожность. Присутствие морского льда, несомненно, является основным фактором, способствующим сложности операций в этих регионах [4].

Морские операции с присутствием льда требуют качественных инженерных исследований для обеспечения безопасности персонала и окружающей среды [2]. В полярных регионах основным фактором, препятствующим операциям, является наличие морского льда. Это влияет на судоходство, разведку и разработку нефтяных и газовых месторождений. Исследования включают в себя физические свойства и механические свойства. Физические свойства – микроструктура, толщина, соленость, пористость и плотность. Механические свойства – растяжение, изгиб, сдвиг, одноосное сжатие и многоосновная прочность на сжатие, ползучесть, модуль упругости и деформации, коэффициент Пуассона [1]. В статье описываются эти свойства, как для первого года морского льда, так и для многолетнего льда (возраст более одного года). Хотя некоторые свойства достаточно хорошо изучены (микроструктура, соленость, прочность на изгиб, прочность на сжатие и модуль упругости), другие нет. Изученность многолетнего льда особенно ограничено.

Свойства однолетнего льда и многолетнего могут значительно различаться, следовательно, различается и подход к изучению и применению этих свойств относительно морских сооружений. Лед, который пережил один летний сезон таяния, называется двухлетним льдом. Это форма многолетнего льда. Двухлетний лёд обычно не превышает 2,5 м толщиной и представляет собой двухслойную систему, в которой верхний слой пережил один сезон и подстилается слоем первого года льда.

Изучение микроструктуры, солености и пористости льда поможет контролировать силу и поведение отказа (особенно при многоосевых нагрузках). Морской лед представляет собой сложный материал, состоящий из твердого льда, газа и в зависимости от температуры различных типов твердых солей. Экологически регулируемые изменения механизмов роста морского льда могут привести к нескольким различным структурам зерна в зависимости от преобладающих условий. Ледяную соленость обычно выражают в виде фракции по массе солей, содержащихся в единичной массе.

Толщина льда – чрезвычайно важное свойство, используемое при определении ледовых сил, поведении ледникового покрова, несущей способности, сопротивления судна во льду и т. д. Толщина льда является одним из важнейших технических свойств. Например, то, как лед разрушается, является прямой функцией толщины льда [3]. Ледовые нагрузки на морские сооружения значительно увеличиваются с увеличением толщины льда. Несущая способность ледяного покрова во многом зависит от его толщины. Скорость, с которой судна и мобильные сооружения могут перемещаться по воде с присутствием льда, напрямую связана с толщиной льда. Толщина первого года льда напрямую контролируется температурой окружающего воздуха, временем замерзания, то есть продолжительностью холодного сезона, типом и толщиной снега, скоростью ветра, океаническим потоком тепла и радиационным балансом поверхности. Арктический лед всегда толще льда в более умеренном климате в значительной степени из-за первых двух факторов, упомянутых выше [5]. Многолетний лед может быть чрезвычайно толстым. Толщина обычно представляет собой комбинацию термического роста и механической консолидации посредством процессов нагнетания давления. В морском льду обычно наблюдается некоторое изменение солености с глубиной ледяного покрова.

Плотность – влияет на прочность (особенно по мере распада льда), плавучесть (ледяные куски, разбитые ледоколом, взаимодействующим с винтами судна), высоты ледяных обломков и т. д. Знание плотности морского льда важно во многих областях применения. Эти области можно разделить на две категории. В первой категории, в которой лед выходит из морской воды, плотность и размеры ледяных блоков определяют вес льда. Например, когда лед

проходит по поверхности конической структуры, вес льда оказывает на него нагрузку [6]. В этой категории небольшие изменения в значении плотности в значительной степени не меняют оценки нагрузки или высоты. Во второй категории, когда лед перемещается вниз в морскую воду, существует сила плавучести, которая пропорциональна разнице в плотности между льдом и морской водой. Здесь небольшие различия в плотности могут существенно повлиять на силу плавучести.

Предел прочности, предел прочности при изгибе и прочность на сдвиг – важный процесс отказа для локальных и мезомасштабных сбоев. Прочность на растяжение является фундаментальным свойством морского льда. Он определяет максимальное растягивающее напряжение, которое лед может выдержать до отказа. Прочность на растяжение важна для прогнозирования как крупномасштабных движений льда, так и локального прогнозирования льда. Кроме того, предел прочности при растяжении является ключевым параметром при определении обвала осколков морского льда. Он также представляет собой ключевой режим отказа, когда лед взаимодействует с морским сооружением.

Прочность на сжатие – необходимо для анализа дробления льда на конструкциях, взаимодействия винтов и льда и т. д. Многоосная прочность – важно для отказов дробления льда на конструкциях, особенно с большими контактными площадями.

Поведение ползучести, модуль упругости и деформации – важно для несущей способности, ледовых дорог, посадочных полос и т. д. Коэффициент Пуассона – используется при расчетах несущей способности. Устойчивость к разрушению – важный процесс отказа для локальных и мезомасштабных сбоев. Трение – необходимо для оценки взаимодействия льда со льдом и взаимодействия льда сооружением, особенно с наклонными структурами и суднами.

Список литературы:

1. Зубов Н.Н. Морские воды и льды. -М.: Гидрометеиздат. -1938 . -453 с.
2. Ионов, Б.П. Ледовая ходкость судов. -СПб.: Судостроение. 2001. -512 с
3. Марченко А.В. Модели торошения морских льдов // Успехи механики. -2002. -т. 1, № 3. -с. 67-129.
4. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: Изд-во ВНИРО. - 1997. -350 с.
5. Laxon S., Peacock N., Smith D. High interannual variability of sea ice thickness in the Arctic region//Nature. -2003. -V. 425. -P. 947-950.
6. Timco G.W., Frederking R.M.W. Experimental investigations of the behavior of ice at the contact zone//Studies in Applied Mechanics. -1995. -Vol. 42 . -P. 35-55.