

В свою очередь компетенция «Уметь проектировать системы охранного телевидения» (дисциплина «Проектирование систем охранного телевидения»), должна формироваться на основе компетенций, сформированных при изучении 6 предшествующих дисциплин среди которых, например, дисциплина «Технические средства телевизионного наблюдения». Компетенция «Уметь проектировать, выполнять монтаж и эксплуатацию систем контроля и управления доступом» (дисциплина «Системы контроля и управления доступом») формируется на основе компетенций, сформированных при изучении 8 предшествующих дисциплин.

Особенностью подготовки специалистов по специальности 1-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» является наличие в программе специальности двух групп дисциплин, которые должны сформировать профессиональные компетенции с одной стороны конструктора технических средств безопасности, а с другой стороны проектанта систем безопасности. При этом основным направлением подготовки специалиста является подготовка инженера проектировщика систем безопасности. Навыки, приобретаемые по конструированию технических средств безопасности носят вспомогательный характер и призваны обеспечить более глубокое понимание особенностей функционирования используемых при проектировании технических средств. Кроме того, эта подготовка обеспечивает более широкие возможности выпускников при трудоустройстве.

УДК 624.147

СВОЙСТВА И ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОРСКОГО ЛЬДА

Баева Е.К.

Санкт-Петербургский горный университет

Аннотация. В данной статье представлены основные сведения о классификациях и типах морских льдов, перечислены физико-механические свойства морского льда, методы определения и способы повышения несущей способности ледяного покрова, а также рассмотрены методы моделирования ледяного поля.

Ключевые слова: морской лед; формирование ледяного покрова; предельное состояние; разрушение ледяного покрова; несущая способность льда.

Вопросы рационального проектирования разнообразных ледовых морских сооружений являются крайне важными на сегодняшний день в связи с растущим геополитическим и экономическим интересом к арктическому региону. Вследствие возможного использования льда как материала для различных инженерных решений для безопасности работ на льду особое значение имеет оценка несущей способности ледяного покрова.

Методы определения ледовых нагрузок основываются на математических моделях, описывающих механику деформирования и разрушения льда.

1. Используемые классификации морских льдов

В ледовых исследованиях применяют несколько основных видов классификации морских льдов. Среди них структурно-генетическая классификация, предложенная Н.В. Черепановым, где за основу берется кристаллическая структура и условия образования/происхождения льда, а также классификация по возрастным категориям.

В соответствии со структурно-генетической классификацией морской лед разделяется на девять основных (В1-В9) типов и четыре дополнительных (Г1-Г4). Основные типы характерны для однолетних льдов, а дополнительные – для многолетних, структуры которых связана с происшедшими в периоды повторного выхолаживания процессами декристаллизации.

Наибольшее распространение в Арктике, по оценкам ААНИИ, имеют льды типов В2, В3 и В4.

В зависимости от стадии развития льды делятся на начальные виды, молодые, однолетние, двухлетние и паковые льды.

2. Физико-механические свойства льда

Для оценки влияния физико-механических характеристик льда на напряженно-деформированное состояние ледяного покрова вначале рассмотрим реально возможные диапазоны изменения интересующих параметров.

Плотность льда в значительной степени определяется структурой льда. В зависимости от возраста льды имеют различную соленость, а, следовательно, и плотность. Наиболее велика изменчивость солености и плотности у молодых льдов (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики льдов различных возрастных категорий

Вид льда	Толщина, см	Соленость, ‰	Плотность, кг/м ³
Нилас	3–10	13–18	830–916
Серый лед	10–15	7–10	810–890
Серо-белый лед	15–30	2–7	780–890
Белый лед	30–70	2–7	700–900

Плотность морского льда незначительно отличается от пресноводного. По данным исследований В.В. Богородского [3], В.В. Лаврова [10], М.И. Серикова [14], В.Н. Смирнова [16] плотность морского льда колеблется в пределах $\rho_l=840 \div 930$ кг/м³.

Пористость льда определяется условиями его образования и роста. В общем можно отметить тенденцию к образованию максимумов пористости верхних и нижних слоев ледяного покрова.

Энергия деформирования, отнесенная к единице массы льда, даже при его разрушении на порядок меньше внутренней энергии кристаллической решетки [22]. Это свидетельствует о том, что *упругие деформации* льда невелики.

Механические свойства льда, определяемые его упругими константами, сравнительно слабо зависят от его солености и температуры, в то время как влияние этих факторов на остальные механические характеристики велико.

Значения упругих характеристик морского льда, полученные различными исследователями с помощью сейсмических, ультразвуковых и акустических методов, неплохо согласуются между собой.

В таблице 2 приведены упругие константы однолетних и многолетних морских льдов, определенные В.В. Богородским.

Таблица 2 – Экспериментальные значения упругих констант морского льда, в дин/см²

	Значения в разных слоях по толщине ледяной пластины									
	однолетний лед					многолетний лед				
	2,70	7,50	4,08	5,95	5,85	8,95	5,30	7,96	4,56	
$E \cdot 10^{-10}$	2,70	7,50	4,08	5,95	5,85	8,95	5,30	7,96	4,56	
$G \cdot 10^{-10}$	1,02	2,86	1,54	2,25	2,20	3,36	2,04	2,96	1,69	
E / G	2,66	2,62	2,65	2,66	2,66	2,66	2,65	2,70	2,70	
K / E	1,02	1,14	1,08	1,02	1,02	1,02	1,08	0,90	0,90	
μ	0,33	0,31	0,32	0,33	0,33	0,33	0,32	0,35	0,36	

Интересно, что величина коэффициента Пуассона, а также отношение модуля упругости к модулю сдвига получается примерно постоянным от слоя к слою.

Морской лед по сравнению с пресным отличается большей пластичностью. Наползая на берег и следуя форме уступов и ступеней, он может подниматься вверх до 15 м.

Инженерный подход к расчету ледовых нагрузок основывается на традиционных испытаниях прочности образцов льда. Однако масштабный эффект не позволяет однозначно судить о реальной прочности льда и ледяных образований.

Напряжения, вызывающие разрушение льда при изгибе и растяжении, являются основными критериями оценки прочности ледяного покрова. Существует ряд экспериментальных методов определения этих прочностных характеристик.

3. Методы определения грузоподъемности ледяного покрова

Российскими специалистами созданы методы расчета ледяного покрова под нагрузкой, которые можно разделить на приближенные и точные. Приближенные методы рассматрива-

ют одиночную нагрузку (короткие передачи) и основываются на эмпирических зависимостях (П.И. Лебедев), принципе аналогии (М.М. Корунов) или являются упрощением точных методов (М.М. Казанский и А.Р. Шульман).

Точные методы основаны на положениях строительной механики, и плавающий ледяной покров рассматривается как упругая плита неограниченных размеров на упругом основании. Нужно отметить, что величина грузоподъемности ледяного покрова, подсчитанная точными методами, является все же приближенной.

Прочность льда на изгиб определяется несколькими способами: по разрушению балок, свободно лежащих на двух опорах, по разрушению консолей, либо по разрушению круговых плит.

4. Способы повышения несущей способности ледяного покрова

При практическом использовании ледяного покрова его грузоподъемность в естественном состоянии не всегда обеспечивает потребность. В этом случае обеспечить необходимую грузоподъемность ледяного покрова можно только путем его усиления.

Наиболее рациональным представляется усиление ледяного покрова путем намораживания дополнительного ледяного слоя. Также эффективными методами повышения несущей способности льда являются уменьшение температурного градиента, армирование и применение свай.

5. Моделирование основных ледовых процессов

Для моделирования ледовых процессов используются два типа моделей ледяного покрова: физико-математические и физико-статистические.

В настоящее время в России и за рубежом разработан широкий комплекс физико-математических моделей морского ледяного покрова, позволяющий рассчитывать изменения во времени и пространстве разных характеристик состояния морских льдов в разных регионах Северного и Южного полушарий Земли.

Помимо физико-математических моделей для расчета эволюции состояния морского ледяного покрова могут быть использованы физико-статистические модели, которые широко используются в ледовых расчетах и прогнозах для ледовитых морей.

УДК 334.024:330.35

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ УНИВЕРСИТЕТА 4.0

Богданова Е.Л., Максимова Т.Г., Бровка Г.М.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптик; Белорусский национальный технический университет

В условиях цифровой трансформации возрастает значимость национальной инновационной экосистемы. Ведущие университеты являются важнейшими структурными элементами инновационной экосистемы, аккумулирующими ресурсы для проведения исследований и разработок. Так по данным Евростат [1] доля сектора высшего образования в суммарных внутренних затратах на исследования и разработки составляет в России – около 10%, в Японии – 12%, в странах Евросоюза – более 23%. Доля занятых исследованиями и разработками в секторе высшего образования составляет в России 15%, в Японии – 24%, в Евросоюзе – 32%.

В России с 2017 года реализуется приоритетный проект «Вузы как центры пространства создания инноваций» [2], нацеленный на то, чтобы университеты стали активными участниками регионального социально-экономического и инновационного развития. По итогам 2017 года [3] 29 университетов имеют статус национальных исследовательских университетов (НИУ), 51 университет – статус центра технологического, инновационного и социального развития регионов.

В перспективе эти университеты, реализующие на сегодняшний день в той или иной степени модель развития «Университет 3.0», ориентированы на то, чтобы стать инновационными хабами в составе региональной и национальной инновационных систем, обеспечивающими аккумуляцию знаний, трансфер технологий, формирование креативной среды, и, тем самым, перейти к следующему этапу развития – Университету 4.0.

Бизнес-модель Университета 4.0. включает в себя следующие четыре признака: