



В.А. Политько, И.Г. Кантаржи, К.П. Мордвинцев

ЛЕДОВЫЕ НАГРУЗКИ НА МОРСКИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Учебное пособие



Министерство образования и науки Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В.А. Политько, И.Г. Кантаржи, К.П. Мордвинцев

ЛЕДОВЫЕ НАГРУЗКИ НА МОРСКИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Учебное пособие

Москва 2016

УДК 627.224
ББК 38.77
П50

Рецензенты:

кандидат технических наук *С.Н. Левачев*,
профессор кафедры гидравлики и гидротехнического строительства НИУ МГСУ;
кандидат физико-математических наук *О.А. Вербицкая*,
главный специалист отдела исследований гидрометеорологии и льдов
ООО «Арктический научно-проектный центр шельфовых разработок»;
доктор технических наук *Т.Э. Уварова*,
доцент кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений
Дальневосточного федерального университета (ДВФУ)

Политько, Валентин Александрович.

П50 Ледовые нагрузки на морские гидротехнические сооружения : учебное пособие / В.А. Политько, И.Г. Кантаржи, К.П. Мордвинцев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва : Изд-во Моск. гос. строит. ун-та, 2016. 88 с.

ISBN 978-5-7264-1408-9

Приведены сведения об основных параметрах и характеристиках льда, о механике разрушения льда и особенностях его воздействия на гидротехнические сооружения. Рассмотрены основные положения определения ледовых нагрузок на гидротехнические сооружения, факторы, влияющие на ледовую нагрузку, основные расчетные случаи. Отдельная глава посвящена методам защиты портовых и шельфовых сооружений от ледовых воздействий. Расчет ледовой нагрузки рассмотрен на примерах.

Для студентов магистратуры направления подготовки 08.04.01 Строительство и аспирантов направления 08.06.01 Техника и технологии строительства, дисциплины «Строительство морских сооружений», «Гидротехнические сооружения водного транспорта и морских промыслов».

УДК 627.224
ББК 38.77

ISBN 978-5-7264-1408-9

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2016

Предисловие

Ледотехническим аспектам строительства гидротехнических сооружений в последнее время уделяется все больше внимания ввиду растущего объема деятельности человека в северных широтах. Одной из причин повышенного интереса к Крайнему Северу является его богатый ресурсный потенциал. В российском сегменте Крайнего Севера расположены крупнейшие мировые запасы природного газа. При этом большая его часть залегает на шельфе арктических морей. Помимо природного газа в арктической зоне сосредоточены большие запасы драгоценных и редкоземельных металлов, железа, фосфора, медно-никелевых руд и других важных ресурсов [1]. Еще одним важным аспектом растущей деятельности в северных широтах является восстановление Северного морского пути, связывающего страны Европы и европейскую часть России с Дальним Востоком и азиатскими рынками, что в последние годы стало технически и экономически обоснованным [2].

Арктика интересна России как с экономической, так и с геополитической и хозяйственной точек зрения. Для освоения ее ресурсов и обеспечения круглогодичной навигации по Северному морскому пути требуются развитие инфраструктуры, модернизация и возведение новых портовых сооружений, строительство уникальных ледостойких нефтегазопромысловых гидротехнических сооружений и других объектов.

Большую часть года в акваториях Крайнего Севера присутствуют ледовые образования различных форм. Методы прогнозирования ледовых условий и алгоритмы определения нагрузок от ледовых воздействий в этом случае становятся важными факторами обеспечения безопасности морских операций.

Освоение территорий Крайнего Севера связано со значительными затратами и высокой степенью риска. Экономичность и надежность гидротехнических сооружений в значительной мере зависят от корректности определения нагрузок, которые они воспринимают в течение всего срока эксплуатации. Как правило, в северных районах ледовые нагрузки превышают значения суммы всех остальных нагрузок и являются определяющими при проектировании конструкций гидротехнических сооружений.

Оглавление

Предисловие	3
1. Лед. Его основные параметры и характеристики	5
1.1. Общие положения	5
1.2. Структура льда. Процессы образования льда	6
1.2.1. Структура льда	6
1.2.2. Процессы образования льда	8
1.3. Типы льда. Морфометрия льда	11
1.3.1. Типы льда	11
1.3.2. Морфометрия льда	13
1.4. Динамика ледяного покрова	15
1.5. Физико-механические свойства льда	17
1.5.1. Общая характеристика льда как твердого тела	17
1.5.2. Прочность льда на сжатие	19
1.5.3. Прочность льда на изгиб и растяжение	22
1.5.4. Трещиностойкость	23
2. Механика разрушения льда и особенности воздействия льда на гидротехнические сооружения	24
3. Расчет ледовых нагрузок на гидротехнические сооружения	31
3.1. Основные положения	31
3.2. Факторы, влияющие на ледовую нагрузку	33
3.3. Сценарии ледовых воздействий и расчетные случаи	35
3.4. Ледовые нагрузки от ровных полей на гидротехнические сооружения	37
3.5. Ледовые нагрузки от торосов	42
3.6. Ледовые нагрузки на наклонные и конические опоры сооружений	47
3.7. Ледовые нагрузки на многоопорные конструкции	51
3.8. Локальные ледовые нагрузки	53
4. Методы защиты портовых и шельфовых сооружений от ледовых воздействий	54
4.1. Защита портовых акваторий и судоходных каналов	54
4.1.1. Защита портовых акваторий	54
4.1.2. Защита судоходных каналов	57
4.2. Защита шельфовых сооружений от ледовых воздействий	59
4.3. Защита гидротехнических сооружений от истирания подвижками льда	61

5. Примеры расчетов ледовой нагрузки	63
Библиографический список	68
Приложения.....	71
1. Таблицы для определения значений прочности льда на одноосное сжатие c_i для i -го слоя в отсутствие опытных данных	71
2. Таблицы для определения ледовых нагрузок на сооружения от полей ровного льда.....	73
3. Таблицы для определения нагрузок от движущегося ледяного поля на отдельно стоящую коническую опору и на секцию сооружения откосного профиля	74
4. Нагрузка от воздействия остановившегося поля ровного льда, наваливающегося на сооружение при действии течения воды и ветра.....	76
5. Нагрузки на сооружения от сплошного ледяного покрова при его температурном расширении	77
6. Нагрузки от примерзшего к сооружению ледяного покрова при изменении уровня воды	79
7. Нагрузки на сооружения от заторных и зажорных масс льда	83

Для заметок

Для заметок

Учебное издание

Политько Валентин Александрович, **Кантаржи** Игорь Григорьевич,
Мордвицев Константин Петрович

ЛЕДОВЫЕ НАГРУЗКИ НА МОРСКИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Редактор, корректор *А.К. Смирнова*
Компьютерная правка *О.В. Суховой*
Верстка, дизайн обложки *Д.Л. Разумного*

Подписано в печать 01.12.2016 г. И-54. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 5,11. Тираж 50 экз. Заказ 73к

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ — МГСУ.
Тел. (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru.

Отпечатано в типографии Издательства МИСИ — МГСУ.
Тел. (499) 183-91-90, (499) 183-67-92, (499) 183-91-44