

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ЛЕДОВУЮ СТРУКТУРУ ПОД ТЕПЛОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Конов Д.С., Муратов М.В., Гусева Е.К., Петров И.Б.

Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет), Россия, 141701, Долгопрудный,
Первомайская улица 3, Тел.: 89629220639, E-mail: konov1999@gmail.com

Для численного решения задач механической устойчивости и прочностного анализа разработано множество методов и пакетов, реализующих их. В данном исследовании затронуты задачи анализа материалов, свойства которых зависят от температуры и подвержены тепловым процессам, включая таяния. Такие структуры могут встречаться, например, в Арктическом регионе России, в районах вечной мерзлоты, или на морском шельфе. Таяние льда или вечной мерзлоты это медленные процессы, поэтому для решения задачи Стефана необходимо использовать абсолютно устойчивые, как следствие, неявные методы [1]. Для механической задачи подойдет сеточно-характеристический метод [2]. Необходимо также учитывать вязкоупругие свойства льда, а его разрушение не может быть описано только лишь критерием Мизеса, так как во льду могут появляться трещины. Для учета вязкоупругости используется модель Максвелла, которая в программе реализована с помощью отдельного корректора.

Итоговая схема вычислений выглядит так: сначала для ледовой структуры вычисляется начальное поле температур. Далее ставится задача Стефана для исследуемого периода, например, годового, учитываются внешние условия, тепловые потоки от оборудования. В отдельные периоды времени ставится задача линейной упругости, решается задача установления. Динамический критерий разрушения учитывает трещины, которые могут влиять на волновую картину. С помощью статического критерия разрушения делаются выводы об устойчивости.

Для ледового острова в Арктике [1] предельная нагрузка на часть верхней поверхности длиной в 5 метров оказывается равной 2.175 МН в январе и 2.125 МН в августе.

Работа выполнена в рамках проекта Российского научного фонда № 21-71-10015.

Литература

1. *Муратов М.В., Конов Д.С., Петров И.Б.* Математическое моделирование воздействия сезонных температурных изменений на искусственный ледовый остров // Доклады конференции “Математика. Компьютер. Образование. 2021”.
2. *Магомедов К. М., Холодов А. С.* Сеточно-характеристические численные методы.