

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Цуприка Владимира Григорьевича
на тему «Методология определения расчетных параметров циклической
ледовой нагрузки на морские сооружения на основе энергетического подхода»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по спе-
циальности 05.23.07 – гидротехническое строительство

Проблема получения высоконадежных эмпирических методов определения адекватных реальным процессам исходных данных для выполнения динамических расчетов прочности и устойчивости морских гидротехнических сооружений на стадии их проектирования объективно существует и требует своего разрешения. Поэтому тема, которой посвящена диссертация Цуприка В.Г. **актуальна и востребована** в настоящее время, когда потребность в освоении ресурсов Арктики возрастает все в большей мере и это требует надежных методов расчетов прочности и долговечности морских объектов, создаваемых для реализации такой потребности.

В отличие от применяемой до настоящего времени методологии сопротивления материалов в расчетах ледовой нагрузки на инженерные объекты, постулирующей расчетное значение силы контактного давления льда на опору сооружения эквивалентное статическому значению прочности на сжатие малого образца с обязательным широким набором корректирующих коэффициентов, в данном исследовании, как средство решения проблемы динамического взаимодействия, предлагается использовать системный подход к описанию процесса взаимодействия ледового поля с внедряющимся в него объектом во времени.

В описываемой в данном исследовании системе «Ледовое поле-Объект» на основе принципов системного анализа выполняется **декомпозиция** сложного процесса взаимодействия с учетом комплекса явлений разрушения льда, структурный и функциональный **анализ** взаимодействия элементов системы и **синтез модели взаимодействия** с включением в нее механизма разрушения льда – как **процессора** в системе «Ледовое поле – Объект». Процесс преобразования части энергии ледового поля в энергию разрушения льда (и равную ей энергию отклонения объекта от положения равновесия) описывается системой уравнений сохранения, решение которых становится возможным при введении в уравнение сохранения энергии дополнительного параметра – критерия разрушения - удельной объемной энергии разрушения льда. Для полноты представления этого параметра, как критерия (объемного) разрушения льда применяется энергетический подход, в рамках которого диссертантом выполнены:

– разработка методологической схемы взаимосвязи надёжности метода определения прочностной характеристики морского льда с вероятностным прогнозом проектной надёжности МЛС, в которой заложены требования к соответствию вида прочностной характеристики, определяемой испытаниями образца, виду расчетных сопротивлений

льда разрушению в массиве плиты и виду расчетных сопротивлений в расчетной модели (формуле) ледовой нагрузки;

– системно – методологический анализ макромеханических закономерностей циклического разрушения морского льда при взаимодействии с вертикальными опорами морских гидротехнических сооружений, определивший процессором циклического характера ледовой нагрузки механизм разрушения льда, принятый автором в качестве объекта исследования;

– разработка концептуальной феноменологической модели контактного взаимодействия твердого тела (индентора) со льдом и определение места, динамической сущности и размерности критерия его разрушения в процессе динамического взаимодействия ледового поля с сооружением;

– в качестве энергетического критерия разрушения льда принято эффективное значение удельной плотности упругой энергии в напряженном объеме массива льда в зоне контакта ледового поля с опорой сооружения – \mathcal{E}^* , рассматриваемого автором как предмет исследования;

– теоретический анализ возможных механизмов (типов) деформирования льда для количественного описания энергетического баланса в процессе его деформирования и разрушения удельной плотностью упругой энергии \mathcal{E}^* ;

– формирование имитационной математической модели процесса взаимодействия твердого тела со льдом для описания послойного разрушения льда на контакте с опорой сооружения энергетическим критерием разрушения;

– разработка теоретической модели, решение численной модели (эксперимент 1) и выполнение физического моделирования процесса контактного взаимодействия (эксперимент 2) твердого тела с цилиндрической формой поверхности в массив льда с использованием для определения формы и размеров образца льда, как представительного объема его массива для их испытаний сжатием для определения эффективных значений удельной энергии разрушения льда;

– экспериментальное исследование удельной энергии разрушения морского льда методом динамического внедрения индентора в массив льда (эксперимент 3);

– экспериментальное исследование удельной энергии разрушения морского льда методом динамического разрушения больших образцов (эксперимент 4);

– верификация имитационной модели взаимодействия по сопоставлению эффективных частот спектральной плотности мощности энергии разрушения льда по данным физического моделирования прорезания натурального льда моделью опоры, а также по данным натуральных измерений контактных сил на реальных сооружениях.

Энергетический подход, в отличие от используемого в настоящее время силового подхода, опирающегося только на детерминированное значение максимального контактного давления и не рассматривающего развитие процесса взаимодействия во време-

ни, дает возможность получения количественных параметров разрушения льда *в течение времени динамического процесса: периода нарастания нагрузки* до акта разрушения и максимального значения ледовой нагрузки в момент разрушения льда. Достигнутые результаты выполненного диссертационного исследования позволили диссертанту сформулировать новую методологию определения основных параметров циклической ледовой нагрузки на инженерные объекты (максимального значения силы контактного давления льда в одиночном цикле его разрушения и частоты повторения циклов ледовой нагрузки), что резко повышает достоверность результатов прогнозирования надежности их безопасной и долговечной эксплуатации.

Полученные в диссертации теоретические и эмпирические результаты исследований ее автора следует рекомендовать для дополнения нормативных документов по проектированию морских ледостойких сооружений для использования в программно-расчетных комплексах для динамических расчетов ледостойких гидротехнических сооружений с применением параметров циклической ледовой нагрузки, полученных по разработанной автором *комплексной, физически обоснованной методологии*, с применением в качестве критерия разрушения льда плотности эффективной удельной энергии его механического разрушения – \mathcal{E}^* .

Как следует из автореферата, диссертация Цуприка Владимира Григорьевича написана им самостоятельно и является законченным, обладающим внутренним единством научным исследованием, в котором содержатся новые научные результаты и положения, представленные автором к защите и показывающие, что автор достиг намеченной цели, *им решена научная проблема, имеющая важное экономическое значение* в области освоения ресурсов шельфа в замерзающих морях путем возведения морских гидротехнических ледостойких сооружений.

На основании вышеизложенного считаем, что Цуприк Владимир Григорьевич заслуживает присуждения ему ученого звания доктора технических наук по специальности 05.07.23 - гидротехническое строительство.

Доктор физ. – мат. наук, профессор,
член-корреспондент РАН, главный
научный сотрудник лаборатории проблем
создания и обработки материалов Института
машиноведения и металлургии
Хабаровского Федерального исследовательского
центра ДВО РАН
(01.02.04 - механика деформируемого твердого тела); aab@imim.ru

 Буренин А.А.

