

РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МАШИН

531.8

ВЛИЯНИЕ КОНТАКТА ВИТКОВ НА УПРУГУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ ЗАДЕЛАННОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРУЖИНЫ, ПОДВЕРЖЕННОЙ СБЛИЖЕНИЮ КРАЕВ, ЗА ПРЕДЕЛАМИ УСТОЙЧИВОСТИ

Асп. Р. Н. БАДИКОВ, ст. преп. Б. В. БУКЕТКИН, д-р техн. наук, проф. Ф. Д. СОРОКИН

На основе известных уравнений механики стержней В.А.Светлицкого формулируется краевая задача для заделанной по краям винтовой цилиндрической пружины с прямой осью, подверженной сближению краев. Решается задача поиска зависимости осевой силы от величины осадки, проводится сравнение с результатами эксперимента.

The equations of the theory of thin elastic rod was used to solve the boundary value problem which was formed for two edge fixed screw cylindrical spring subjected to tips approach. Based on this static solution the compression characteristic was found for different values of tips approach. The analysis data are compared with test results.

Цилиндрическая пружина является объектом, сложным для расчетов ввиду нетривиальной геометрии. Существуют приближенные методы поиска решений для нагруженных цилиндрических пружин, основанные на эмпирических зависимостях [1, 2]. Подобные методики расчета дают результаты с приемлемой для инженерной практики точностью, однако существуют более точные методы решения подобных стержневых задач, основанные на применении дифференциальных уравнений механики стержней [3, 4]. Применение менее точных методов было обусловлено отсутствием доступной вычислительной базы (ЭВМ), необходимой для решения геометрически нелинейных краевых задач механики стержней. Развитие электронных вычислительных средств за последние десятилетия позволило автоматизировать и ускорить процесс решения сложных краевых задач и вывело нерациональные ранее методы численного решения на уровень общедоступности. Однако до сих пор расчет пружин с использованием точных уравнений механики стержней с учетом контактных сил является нерациональным ввиду значительного увеличения расчетного времени, необходимого на итерационное моделирование сил контактного взаимодействия. Поэтому в качестве первого приближения часто решаются задачи без учета контактного взаимодействия. Тем не менее очень важно устанавливать пределы применимости подобных упрощений расчетной модели.

В качестве примера рассмотрим задачу осадки пружины за пределами потери устойчивости. С использованием уравнений механики стержней было [3, 4] проведено исследование зависимости осевой силы от величины осадки. Расчетная схема задачи дана на рис. 1. На одном краю пружины фиксировались перемещения и углы поворота, на другом краю — перемещения в поперечном направлении и углы поворота. Влияние сил тяжести не учитывали. Статическая задача решалась методом продолжения по параметру, где в качестве параметра выступала величина осадки. В расчете рассматривалась пружина со следующими параметрами: диаметр проволоки пружины 2,6 мм; средний диаметр пружины 26,5 мм; угол подъема витка пружины 3,35 град.; количество рабочих витков 38 шт.

Сравнение результатов расчета с экспериментом на рис. 2 показывает значительную разницу с момента контакта витков (рис. 3). Примечателен тот факт, что в ходе расчета и эксперимента не было зафиксировано резкой потери устойчивости пружины, как отмечено в [1]. Было установлено, что отклонение пружины от состояния прямолинейная ось наступает задолго до момента снижения осевой жесткости, что не позволяет оценивать наступление момента «потери устойчивости» прямолинейной формы равновесия оси пружины визу-

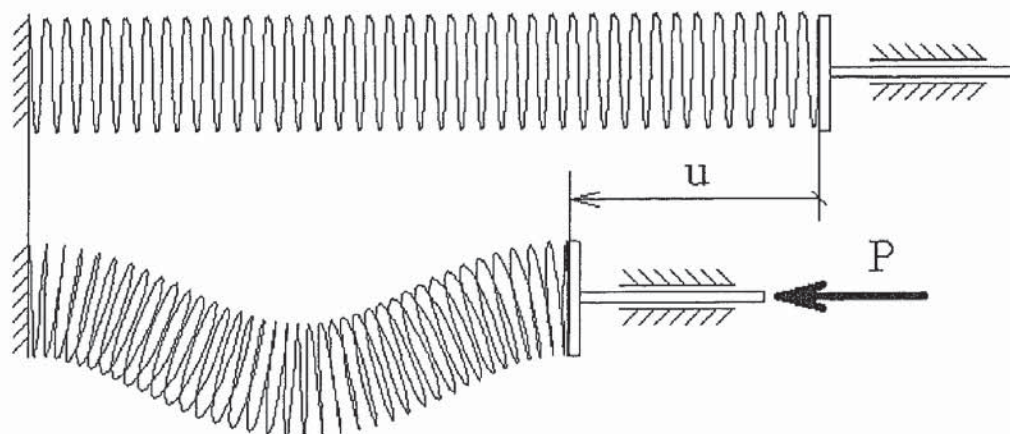


Рис. 1. Расчетная схема

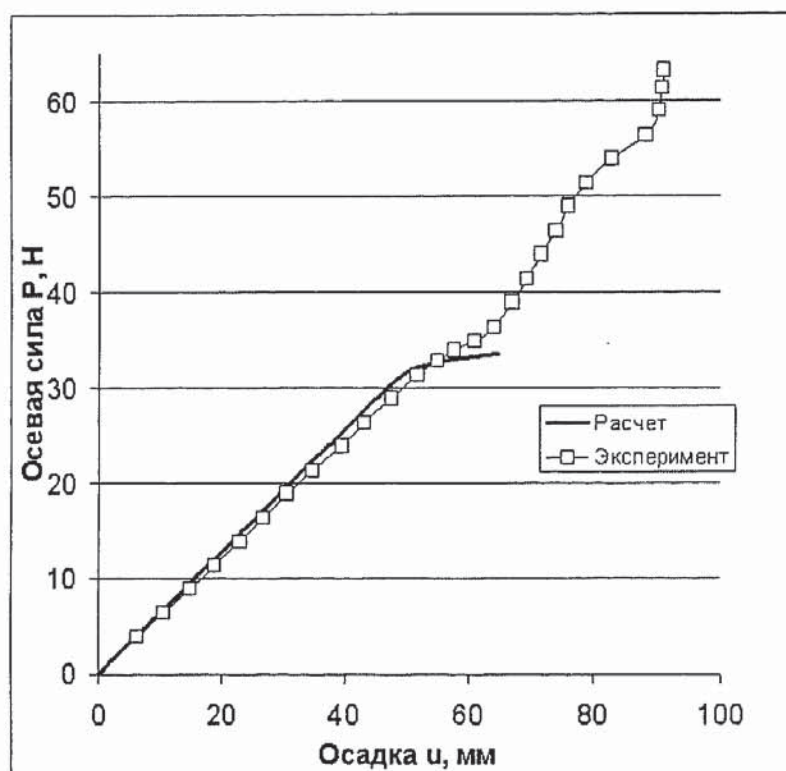


Рис. 2. График сравнения результатов расчета и эксперимента

альным методом. Более того, эксперимент показал, что за счет контакта витков пружина «восстановила» и увеличила свою жесткость. В ходе проведенного эксперимента были зафиксированы две зоны «уменьшенной жесткости»: первая — в момент перехода из состояния с прямой осью, второе — в момент перехода в состояние полностью посаженными витками. Это несколько расходится с существующей типовой диаграммой сжатия

цилиндрической пружины, в которой представлен только один участок «уменьшенной жесткости» СВ на рис. 4. Это может быть объяснено тем, что упругая характеристика пружин за пределами устойчивости ранее не рассматривалась, а момент наступления потери устойчивости считался предельным состоянием.

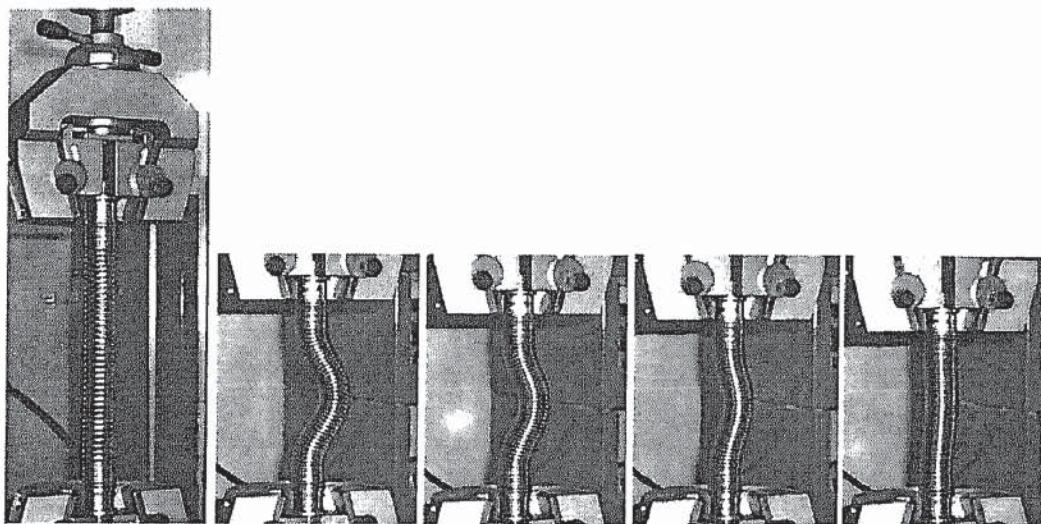


Рис. 3. Переход пружины из «неустойчивого» состояния в состояние полной осадки витков

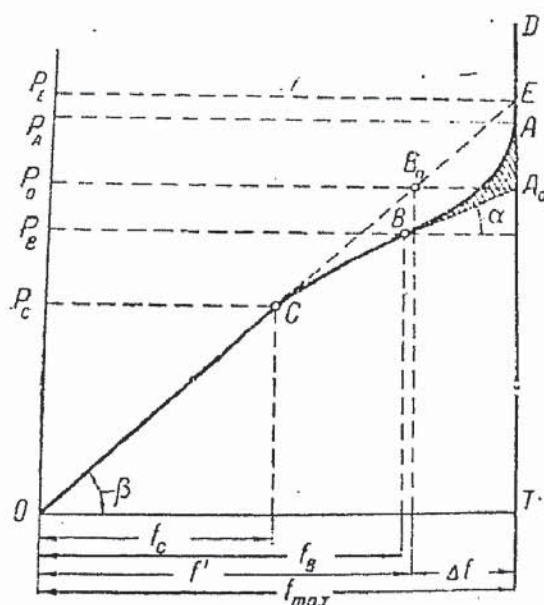


Рис. 4

Выводы

Проведено сравнение эксперимента и численного решения для нелинейной задачи статики заделанной цилиндрической пружины, подверженной сближению краев. Показано, что отсутствие учета контакта витков может привести к ошибке в расчете, пропорцио-

нальной зоне контакта. Экспериментально получена упругая характеристика пружины за пределами устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева Л. Е. Упругие элементы приборов. — М.: Машиностроение, 1981. — 392 с
2. Полищук Д. Ф. Обобщенная теория цилиндрических пружин. — Ижевск: Изд-во Удм. ун-та. — 216 с.
3. Светлицкий В. А. Механика стержней: Учеб. для вузов. В 2-х ч. Ч. 1 Статика. — М.: Высшая школа, 1987. — 320 с.
4. Светлицкий В. А. Механика стержней: Учеб. для вузов. В 2-х ч. Ч. 2 Динамика. — М.: Высшая школа, 1987. — 304 с.

620.10

ВЫБОР МАТЕРИАЛА И РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ БОКСА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО РАЗМЫКАТЕЛЯ

Канд. техн. наук, проф. И.С. КАТРЮК, инж. А.Б. ШТЕФАН

Проведен общий анализ вопросов выбора материалов для гидроакустических размыкателей, используемых для специальных подводных аппаратов многоразового использования.

Рассмотрены особенности расчета на прочность боксов исполнительных механизмов гидроакустических размыкателей.

Common analysis on the question of choice of materials for underwater acoustic release systems applied to special reusable seabed vehicles was carried out.

Features of durability evaluation of mechanical boxes in those systems are examined.

Для возвращения на поверхность акваторий различных подводных самовсплывающих аппаратов многоразового использования служат специальные гидроакустические размыкатели, отсоединяющие их от якорного груза (рис. 1).

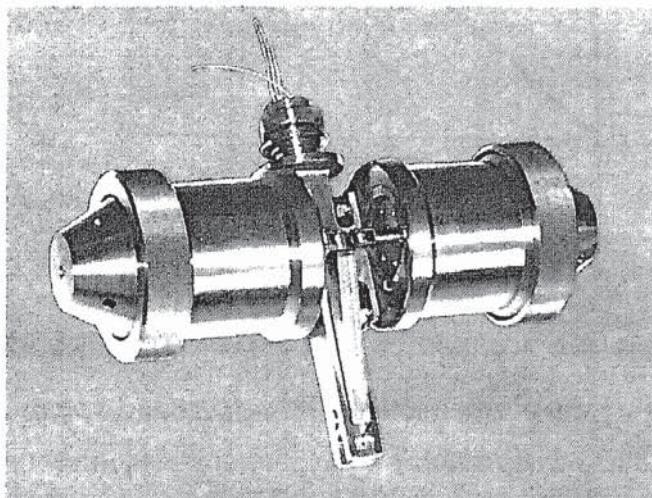


Рис. 1. Общий вид гидроакустического размыкателя