

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ

Рассмотрено использование двух методов регуляризации – метод регуляризации А. Н. Тихонова [1] и метод h – регуляризации А. С. Апарцина [2, 3] для решения задачи по идентификации произвольно распределенной осесимметричной нестационарной поперечной нагрузки для шарнирно-опертой цилиндрической оболочки теории типа С. П. Тимошенко (рис. 1) [4].

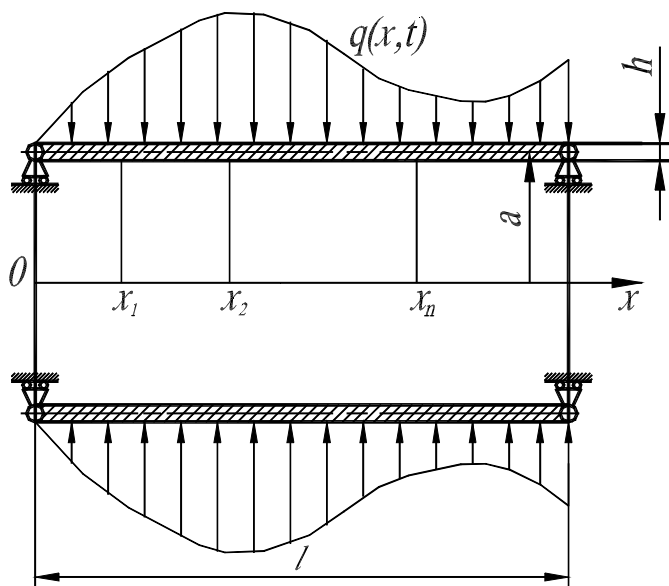


Рисунок 1 – Исследуемая цилиндрическая оболочка

Решение данной обратной задачи в общем виде сводится к решению системы уравнений Вольтерра 1-го рода, имеющих вид:

$$Aq \equiv \int_a^t R(t, \tau) q(\tau) d\tau = w(t). \quad (1)$$

Поскольку в уравнении Вольтерра 1-го рода интегральное ядро – вырожденное, его решение относительно нагрузки $q(t)$ является некорректным [3]. Для получения приближенного устойчивого решения уравнения (1) может быть использован метод регуляризации А. Н. Тихонова [1].

Другой способ идентификации основан на использовании метода h – регуляризации А. С. Апарцина [2, 3]. Для удовлетворения условий применения метода h – регуляризации А. С. Апарцина в уравнении (1) была продифференцирована его левая и правая часть по времени. После чего выражение (1) принимает форму (2), а именно

$$\int_a^t R'_i(t, \tau) q(\tau) d\tau = w'_i(t). \quad (2)$$

Далее с использованием квадратурных формул [3] для интегралов уравнение (1) и (2) сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений, а в случае идентификации произвольной нагрузки – к решению системы блочных СЛАУ.

Результаты идентификации приведены на рис. 2, а и б ($\xi=0.125$, момент времени соответствует 0.000249 с). Обозначения кривых: 1 – заданная нагрузка, воздействующая на оболочку, 2 – нагрузка, идентифицированная с использованием метода h -регуляризации А. С. Апарцина, 3 – нагрузка, идентифицированная с использованием метода регуляризации А. Н. Тихонова, 4 – скорости прогибов в 2-х из 13-ти точках (с координатами $\xi=0.25, 0.5$), по значениям которых идентифицируется нагрузка. На рис. 2, а представлено изменение нагрузки во времени, на рис. 2, б – ее распределение вдоль оси оболочки.

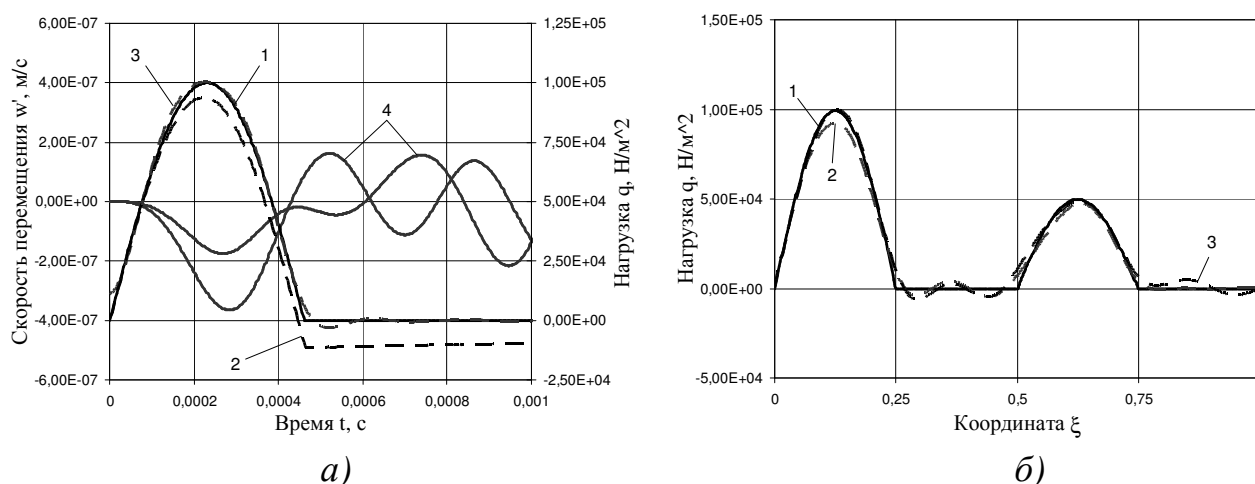


Рисунок 2 – Результаты решения обратной задачи

В процессе исследований было отмечено хорошее согласование результатов, полученных с помощью двух использованных способов, выявлена несколько более высокая чувствительность метода А. С. Апарцина к наличию точек разрыва 1-го рода во временной функции нагрузки.

Наблюдалось, что увеличение числа разбиений временного интервала приводит к уменьшению временной и пространственной погрешности, а, следовательно, к повышению точности идентификации.

Литература

1. Янютин Е. Г., Янчевский И. В., Воропай А. В., Шарапата А. С. Задачи импульсного деформирования элементов конструкций. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 392 с.

2. Апарцин А. С., Бакушинский А. Ю. Приближенное решение интегральных уравнений Вольтера 1-го рода методом квадратурных сумм // Дифференц. и интегр. уравнения. – 1972. – № 1. – С. 248 – 258.

3. Верлань А. Ф., Сизиков В. С. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. – Киев: Наук. думка, 1986. – 543 с.

4. Григолюк Э. И., Селезов И. Т. Неклассические теории колебаний стержней, пластин и оболочек. – М.: ВИНТИ, 1973. – 272 с.

Роговий Андрій Сергійович, к.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, asrogovoy@ukr.net

Гончаров Ігор Дмитрович, ст. гр. А-24с, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, darkveron@yandex.ru

РОЗРАХУНОК ВИТРАТИ ПЕРЕКАЧУВАНОГО СЕРЕДОВИЩА У ВИХРЕКАМЕРНИХ НАГНІТАЧАХ

На даний час було проведено багато спроб описати явища, які мають місце в обмежених обертових потоках текучих середовищ, насамперед розподіл тиску – від вакууму, у зоні наближеній до вісі обертання, до позитивного надлишкового тиску на периферії потоку [3]. Це призвело до розробок багатьох вихрових апаратів та напівемпіричних методик їхнього розрахунку [1], але при цьому практично не розглядалося питання передачі енергії в полі відцентрової сили із метою отримання та використання потоку високої енергії на периферії камери, для створення нагнітачів [4]. Фізичні ефекти, що лежать в основі передачі енергії в закручених потоках базуються на обміні кількістю руху між переміщуванним середовищем і середовищем-енергоносієм і придбанні енергії у відцентровому полі. Ці ефекти можливо використати для створення нових пристроїв, зокрема вихрекамерних нагнітачів, які, внаслідок відсутності рухливих частин, мають високі показники надійності та довговічності, що притаманні відомій струминній техніці, але мають додаткові позитивні якості щодо енергоефективності, масо-габаритних показників, конструктивних особливостей та інше [3, 6].

Передачу енергії у вихрекамерних нагнітачах [6] можна пояснити наступним чином: частинки потоку, що перекачується, потрапляють у вихрову камеру під дією перепаду між вакуумметричним тиском поблизу осі вихрової камери та атмосферним тиском у каналі всмоктування (Рис.1). У центрі вихрової камери вони починають обертатися після обміну кількістю руху з середовищем енергоносієм. Внаслідок дії відцентрової сили вказані частинки переміщуються на периферію вихрової камери – зону підвищеного тиску і таким чином отримують потенційну енергію, яка перетворюється на виході з вихрової камери в кінетичну.