

Рисунок 1 – Экспериментальные зависимости растягивающей силы от времени для базальтовой пряжи с линейной плотностью $T = 132$ текс

В таблице 1 приведены экспериментальные результаты по определению значения параметров ($T = 132$ текс).

Таблица 1 – Результаты испытания базальтовой пряжи на растяжение

Номер зависимости	Текс	Максимальная нагрузка, Н	Предел прочности, МПа	Удлинение при разрыве, %
1	132	98,00	125	1,5
2		57,00	73	2,5
3		103,50	132	1,5
4		80,00	102	2,5
5		106,00	135	2,0

Отметим, что исходными данными для моделирования и оптимизации деформационных свойств являются: линейная плотность пряжи, их поперечное сечение, диаграммы растяжения, разрывная нагрузка.

Список литературы

- 1 Щербаков, В. П. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов / В. П. Щербаков, Н. С. Скурланова. – М. : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2008. – 332 с.
- 2 Morton, W. E. Physical properties of textile fibers / W. E. Morton, J. W. S. Hearle. – 4th ed. – Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2008. – 765 p.
- 3 Сулганов, К. С. Структурная прочность текстильных нитей / К. С. Сулганов, С. И. Исмаилова. – Ташкент : ФАН, 2017. – 256 с.
- 4 Даминов, А. Д. Основы прогнозирования структуры и проектирования текстильных полотен : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / А. Д. Даминов. – Ташкент, 2006. – 42 с.
- 5 Structural analysis of structural tissues and hereditary properties, taking into account the damage of threads / A. Abdusattarov, A. D. Daminov, Yu. O. Matnazarov, A. A. Muradov // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2024. – Vol. 11, is. 8.
- 6 Абдусаттаров, А. Структурный анализ конструкционных тканей и исследование наследственных свойств нитей с учетом повреждаемости / А. Абдусаттаров, А. Д. Даминов, Ю. О. Матназаров // Textile Journal of Uzbekistan. – 2024. – № 8. – С. 92–100.

УДК 624.074

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПОДКРЕПЛЕННЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. АБДУСАТТАРОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

О. Р. НУМАНОВ

Таджикский технический университет им. академика М. С. Осими, г. Душанбе

При проектировании структурно-неоднородных оболочечных конструкций наряду с традиционными материалами широко применяются композиты с различными упругопластическими и вязкоупругими свойствами. Оболочечные конструкции обладают существенной спецификой конструктивных форм, технологией изготовления, условий эксплуатации [1–5].

В работах [2–3] изложены постановка и методы решения задач статики и динамики вязкоупругопластических элементов конструкций (трехслойных стержней, пластинок и оболочек) при действии однократных и циклических нагрузок. В монографии [3] на основе вариационного принципа получена система дифференциальных уравнений равновесия и движения для элементов конструкции, при этом учитываются повреждаемости материалов и взаимодействия с грунтом. В работе [4] приводятся математические модели деформирования подкрепленных оболочек с учетом геометрической и физической нелинейности, возможности развития деформаций при длительном нагружении и учет дискретно введенного ребер. Излагаются численные методы, используемые для решения задач прочности оболочечных конструкций, выбора рациональных параметров.

В работе решение задачи о собственных колебаниях многослойной оболочки сводятся к отысканию комплексных значений $\tilde{\omega}_k^*$, при которых система дифференциально-алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами имеет нетривиальное решение. Применяв стандартные процедуры метода перемещений, получено частотное уравнение относительно $\tilde{\omega}^*$:

$$|P(n, \tilde{\omega}^*)| = 0 \quad (1)$$

для различного числа полуволин в окружном направлении. Корни уравнения (1) вычисляются шаговым методом в сочетании с известным методом Мюллера. Решение краевых задач для системы дифференциальных уравнений первого порядка с комплексными коэффициентами осуществляются с применением метода ортогональной прогонки Годунова.

На основе разработанной методики [3, 5] в качестве иллюстрации рассмотрено решение некоторых задач оболочечных конструкций, в частности, собственных колебаний двухслойного призматического элемента и сильфонного компенсатора из слоистых материалов. Ниже представлены значения частоты колебаний для первого тона в следующих трех случаях, т. е. в зависимости от конструктивных параметров трехслойного сильфона:

- 1) при $R_1 = R_2 = 50$; $L_{\Pi} = 200$, $\tilde{\omega}_R^* = 3,43006 \cdot 10^2$; $\tilde{\omega}_I^* = 1,13724$;
- 2) при $R_1 = R_2 = 50$; $L_{\Pi} = 300$, $\tilde{\omega}_R^* = 3,37481 \cdot 10^2$; $\tilde{\omega}_I^* = 1,00058$;
- 3) при $R_1 = 50$, $R_2 = 100$; $L_{\Pi} = 200$, $\tilde{\omega}_R^* = 5,45164 \cdot 10^2$; $\tilde{\omega}_I^* = 1,69881$.

Отсюда следует, что на частоту колебаний сильфона существенное влияние оказывают длина линейного участка гофра L_{Π} , радиусы впадины R_2 и выступа R_1 и толщина h . С увеличением L_{Π} частота колебаний уменьшается, а с ростом R_2 – увеличивается. Также определены формы колебаний для четырех элементов сильфона, соответствующих указанным случаям.

В качестве второго примера рассмотрена структурно-неоднородная призматическая конструкция, состоящая из некруговых цилиндрических оболочек (1, 2) и пластинчатых конструкций (3–7), изображенная на рисунке 1. Геометрические данные, см: $L = 100$, $a = 40$, $b = 30$, $H = 60$, $d = 30$, $h = 2$. Внутренние слои каждого оболочечного элемента изготовлены из упругого материала со следующими характеристиками: $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; $\nu = 0,3$; $\rho = 7,8 \cdot 10^5$ кг/мм³. Внешние слои конструкции обладают вязкоупругими свойствами: $E_b = 1 \cdot 10^5$ МПа, $\nu_b = 0,3$; $\rho = 7 \cdot 10^5$ кг/мм³; $A = 0,01$; $\beta = 0,5$; $\alpha = 0,2$; где A , β , α – параметры ядра Ржаницына – Колтунова.

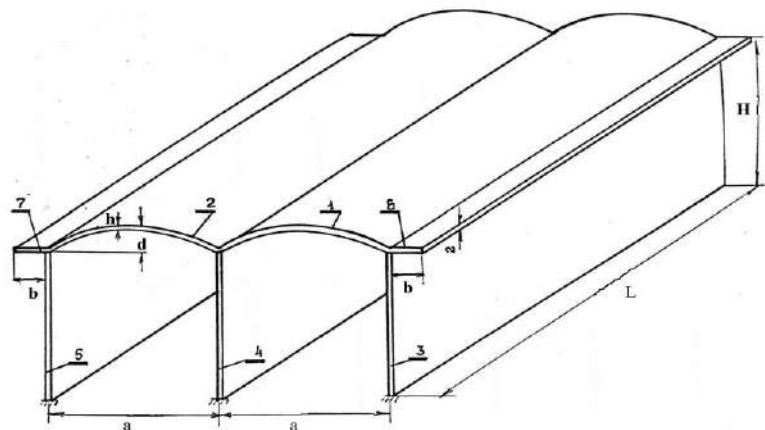


Рисунок 1

Также с помощью разработанной процедуры определена для первых пяти тонов колебаний значения частот и коэффициентов демпфирования колебаний (таблица 1).

Таблица 1

Номер тона	ω_y	ω_R	ω_E
1	2824,39	2819,30	1,20
2	3201,84	3200,00	0,67
3	4208,01	4201,20	1,54
4	5732,74	5729,40	1,22
5	6430,38	6426,40	1,35

Список литературы

1 **Мяченков, В. И.** Расчет составных оболочечных конструкций на ЭВМ / В. И. Мяченков, И. В. Григорьев. – М. : Машиностроение, 1981. – 216 с.

2 **Старовойтов, Э. И.** Деформирование трехслойных элементов конструкции на упругом основании / Э. И. Старовойтов, А. В. Яровая, Д. В. Леоненко. – М. : Физматлит, 2006. – 379 с.

3 **Абдусаттаров, А.** Деформирование и повреждаемости упругопластических элементов конструкций при циклических нагружениях / А. Абдусаттаров, Э. И. Старовойтов, Н. Б. Рузиева. – Ташкент : Узбекистан, 2023. – 301 с.

4 **Карпов, В. В.** Прочность и устойчивость подкрепленных оболочек вращения : в 2 ч. Ч. 1. Модели и алгоритмы исследования прочности и устойчивости подкрепленных оболочек вращения / В. В. Карпов. – М. : Физматлит, 2010. – 288 с.

5 **Абдусаттаров, А.** Деформирование составных оболочечных конструкций при переменном нагружении / А. Абдусаттаров, Т. Мавланов. – Ташкент : Фан, 1995. – 120 с.

УДК 539.3

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ТИПА ОБОЛОЧЕК ПРИ ПЕРЕМЕННОМ НАГРУЖЕНИИ

А. АБДУСАТТАРОВ, Н. Б. РУЗИЕВА, Ф. Э. АБДУКАДЫРОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Введение. В работе [1] исследованы колебания подземных сооружений типа оболочек от сейсмических воздействий, решены задачи сейсмостойкости подземных оболочечных конструкций открытого и замкнутого профилей, постоянной и переменной толщин. В [2] описано состояние трубопроводов после землетрясений различной интенсивности, выявлены резервы прочности и надежности трубопроводов, предложены инженерные методы их расчетов на сейсмические воздействия. Обследование последствий землетрясений указывает на существенное влияние типа труб и их соединений на степень повреждения трубопроводов при землетрясениях.

Монография [3] посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию взаимодействия сооружений с грунтом. На основе результатов экспериментов построены локальные законы взаимодействия протяженных подземных сооружений с грунтами нарушенной и ненарушенной структур. В работе [4] согласно разработанной расчетной модели тонкостенного трубопровода большого диаметра в виде цилиндрической оболочки для прямых трубопроводов и тороидальной для криволинейных. В работе [5] содержится описание методов численного моделирования магистральных трубопроводных систем. Предложенные концепции и методы являются базовыми элементами теоретического фундамента современного компьютерного инструментария для эффективного решения широкого круга технических и технологических проблем проектирования сооружений и объектов трубопроводного транспорта. В статье [6] приведены экспериментальные и численные результаты анализа взаимодействия грунта и трубы. Отмечается, что взаимодействие грунта и ее структуры может быть использовано для улучшения планирования и проектирования подземных трубопроводов и снижения риска повреждаемости материала.

Рассматривается магистральный трубопровод как тонкостенная оболочка, который деформируется за пределами упругости при повторно-динамическом нагружении. Напряженно-деформированное состояние трубопровода для этого случая определяется на основе теории малых упругопластических деформаций А. А. Ильюшина [7]. Следуя работе [8], введем разности

$$\bar{e}_{ij}^{(n)} = (-1)^n (e_{ij}^{(n-1)} - e_{ij}^{(n)}); \quad \bar{U}_i^{(n)} = (-1)^n (U_i^{(n-1)} - U_i^{(n)}); \quad \bar{\sigma}_{ij}^{(n)} = (-1)^n (\sigma_{ij}^{(n-1)} - \sigma_{ij}^{(n)}). \quad (1)$$