

©Фидровская Н.Н., Литвин О.Н., Варченко И.С.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА НАПРЯЖЕНИЙ В СТЕНКЕ КАНАТНОГО БАРАБАНА

1. Анализ исследований

Теоретические исследования, которые имеют целью получения расчетных формул, как правило, проверяются экспериментами, которые проводятся на лабораторных образцах или действующих машинах.

2. Цель работы

С целью проверки методики расчета напряженного состояния обечайки канатного барабана (1) нами был разработан экспериментальный стенд (рис. 1, 2).

3. Основной материал

На гладкий барабан, который имеет следующие размеры: диаметр 150 мм, длина 200 мм, толщина стенки 1,8 мм наматывался стальной канат диаметром 7 мм, к которому подвешен груз. С внутренней стороны стенки барабана наклеены датчики, которые измеряют деформацию с помощью устройства ZET 210.

Модуль ZET 210 предназначен для измерения параметров сигналов в широком частотном диапазоне (с частотой дискретизации до 400 кГц), которые поступают от разных преобразователей. Цифровой (разъем ДВ-15) и аналоговый выходы (разъем ДВ-25) могут быть использованы в цепях управления разных исполнительных механизмах. В комплект ZET 210 входит базовое программное обеспечение ZET Lab.

Сценарий записи (каналы, частота дискретизации, режим записи и т.д.) задается с компьютера программный регистратор. С помощью ручного привода канат навивается на барабан. Высота подъема составляла 2,5м, нагрузка 1962Н.

В общем виде экспериментальная установка имеет вид

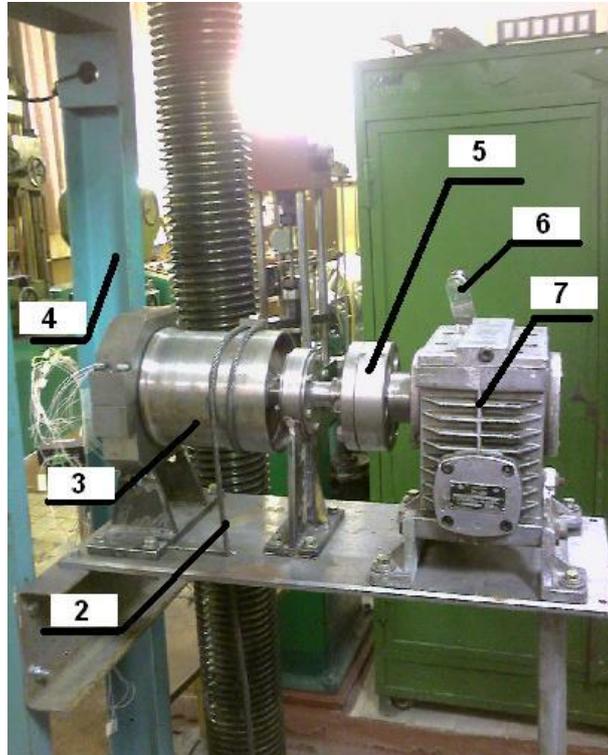


Рис. 1 – Общий вид экспериментальной установки:

1 – Измерительные тензорезисторы; 2 – стальной канат диаметром 7 мм;
3 – канатный барабан; 4 – опорная рама; 5 – муфта; 6 – приводная ручка;
7 – редуктор; 8 – ZET 210; 9 – базовое программное обеспечение ZET Lab



Рис. 2 – Канатный барабан (расположение измерительных тензорезисторов)

Схема подключения тензорезисторов

Сигналы 1 и 3 Подключены два активных тензорезистора (рис. 3, а) (ортогональное расположение). Термокомпенсирована. Температурная погрешность кабеля исключена.

Выходные напряжения определяются по формуле

$$e_0 = \left(+ \nu \frac{E}{4} \right) K_s \cdot \varepsilon_0, \quad (1)$$

где ν – коэффициент Пуассона;

K_s – K-фактор;

ε_0 – деформация;

E – питание моста;

R_g – сопротивление тензорезистора;

R – постоянное сопротивление;

Сигнал 5

Подключены два активных тензорезистора (рис. 3, б). Оппозитная схема. Без термокомпенсации. Деформация изгиба исключена подключением в противоположных направлениях.

$$e_0 = \frac{E}{2} K_s \cdot \varepsilon_0 \quad (2)$$

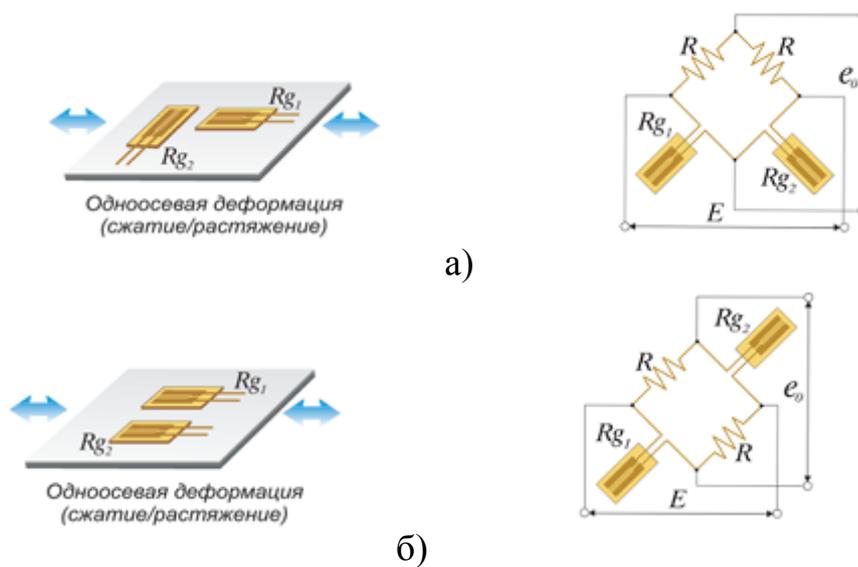


Рис. 3 – Схема подключения тензорезисторов: а) – для сигналов 1 и 3;
 б) – для сигналов 5

Из формулы (1) и зафиксированных результатов для сигналов 1 и 3 найдем абсолютную и относительную деформацию, что позволит определить напряжения, возникающие в цилиндрической поверхности барабана.

Разобьем показания сигналов 1 и 3 на части, где отобразим точку отчета, начало подъема, подъем, стабилизация груза, начало спуска, конец спуска, нормализация.



Рис. 4 – Показания датчиков

Местные деформации цилиндрической оболочки барабана (точка отсчета)

$$\varepsilon_0 = \frac{4e}{(1+\nu)E_v \cdot k_s} = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{(1+0,3) \cdot 1,5 \cdot 2} = 0,00051 \text{ мм}$$

Абсолютная деформация

$$\varepsilon_a = \frac{dl}{l} = \frac{\varepsilon_0}{l_0} = \frac{0,00051}{15} = 0,000034 \text{ мм}$$

Напряжение в месте датчика

$$\delta = E \cdot \varepsilon = 1,9 \cdot 10^5 \cdot 0,00051 = 97 \text{ Н/мм}^2$$

Используя программу расчетов Mathcad, определим остальные деформации и напряжения и занесем их в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные эксперимента

Точка графика	Сигнал 1 (мВ)			Сигнал 3 (мВ)		
	деформ. местная (мм)	деформ. абсолютная (мм)	напряжения (Н/мм ²)	деформ. местная (мм)	деформ. абсолютная (мм)	напряжения (Н/мм ²)
точка отчета	0,00051	0,000034	6,5	0,00051	0,000034	6,5
начало подъема	0,0015	0,0001	19,1	0,00082	0,000055	10,4
подъем	0,0046	0,0003	58,5	0,003	0,0002	39
стабилизация груза	0,0041	0,00027	52	0,0028	0,00019	36
начало спуска	0,0036	0,00024	45,5	0,0025	0,00017	32,5
конец спуска	0,00051	0,000034	6,5	0,00061	0,000041	7,8
нормализация	0,00082	0,000055	10,4	0,00082	0,000055	10,4



Рис. 5 – Напряжения в оболочке

Определяем напряжения в обечайке барабана по известной расчетной формуле (1) [1]:

$$\sigma = \frac{T}{s} = \frac{1962}{1,8 \cdot 7} = 155,7 \text{ МПа}$$

Определяем напряжения в стенке барабана по разработанной нами методике [2]:

$$k = \frac{12 \cdot 10^4 \cdot 7}{2,1 \cdot 10^5 \sqrt{72,5 \cdot 1,8}} = 0,35$$

$$f_{\phi} = 0,9998 \left(0,002098 \cdot 1,2042 - 0,00252 \cdot 0,8304 \right) \cdot 0,0267 = 0,02218 \text{ мм}$$

$$\sigma_{\phi} = \frac{0,02218}{72,5} \cdot 2,1 \cdot 10^4 = 64,25 \text{ МПа}$$

Выводы

Как видим, действительные напряжения в обечайке барабана гораздо ниже (почти на 40 %), чем рассчитанные по имеющимся методикам.

Список использованных источников:

1. Александров М. П. Грузоподъемные машины / М. П. Александров. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана : Высшая школа, 2000. – 552 с.
2. Фидровская Н. Н. Влияние краевых шпангоутов на прогиб стенки цилиндрической оболочки // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства : зб. наук. пр. – Х., 2009. – Вип. 76 : Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні. – С. 169–172.

Фидровская Н.Н., Литвин О.Н., Варченко И.С. «Экспериментальная проверка напряжений в стенке канатного барабана».

В статье приведены результаты эксперимента, проведенного в лабораторных условиях и сделано сравнение с данными расчетов.

Ключевые слова: барабан, напряжения, эксперимент, расчет.

Фідровська Н.М., Литвин О.М., Варченко І.С. «Експериментальна перевірка напружень в стінці канатного барабана».

В статті приведені результати експерименту, який проведений в лабораторних умовах та виконане порівняння з даними розрахунків.

Ключові слова: барабан, напруження, експеримент, розрахунок.

Fidrovska N.M., Lytvyn O.O., Varschenko I.S. “Experimental exploration in the side of ropes drum”.

The article provides one with the data of experiment performed in laboratory conditions and acknowledges the comparison with expected data.

Key words: drum, stresses, experiment, calculating.

Стаття надійшла до редакції 6 грудня 2012 р.