

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
НА ДЛИННОМЕРНЫЙ ВОЛОКНИСТЫЙ ПРОДУКТ УПЛОТНИТЕЛЯ  
В ФОРМЕ ТОРА И КОНИЧЕСКОГО УПЛОТНИТЕЛЯ\***

**THE COMPARATIVE ANALYSIS OF FORCE INFLUENCE  
OF A TORE AND CONICAL COMPACTOR  
ON A LONG-LENGTH FIBROUS PRODUCT**

*Р.М. БОРИСОВ, М.А. АНДРЕЕВ, А.В. ШАГИНОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА, В.И. РОНЬЖИН*  
*R.M. BORISOV, M.A. ANDREEV, A.V. SHAGINOV, E.N. NIKIFOROVA, V.I. RONZHIN*

(Ивановская государственная текстильная академия)  
(Ivanovo State Textile Academy)  
E-mail: ttp@igta.ru

*Показан сравнительный анализ силового взаимодействия волокнистого продукта с уплотнителем в форме тора и коническим уплотнителем.*

*The comparative analysis of force interaction of a fibrous product with a tore and conical compactor is shown herein.*

**Ключевые слова:** волокнистый продукт, сила сжатия, конический уплотнитель, сила сопротивления протаскиванию.

**Keywords:** a fibrous product, force of shrinkage, a conical compactor, force of resistance to drawing through.

Сравним результат, полученный в [2], с сжатием ленты для конического уплотнителя с теми же параметрами:

конус, изображенный на рис. 1, задается следующими уравнениями:

$$D(x) = a_0(x_0 - x); \quad y(x) = \frac{a_0}{2}(x_0 - x);$$

$$x = 0: \quad b - a = \frac{a_0}{2}x_0;$$

$$x = -a: \quad b = \frac{a_0}{2}(x_0 + a).$$

Решая полученную систему уравнений, находим:

$$a_0 = 2; \quad x_0 = b - a;$$

$$D(x) = 2 \cdot (b - a - x).$$

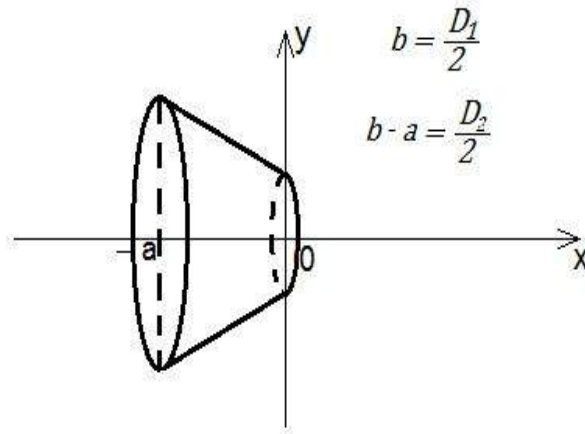


Рис. 1

\* Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД-1102.2011.8).

Вычисляем:

$$I_1 = \frac{1}{8} \left[ \left( \frac{1}{2^4(b-a)^4} - \frac{1}{2^4b^4} \right) - 2K(4b^2 - 4(b-a)^2) \right] = \frac{1}{8} a(2b-a) \cdot \left[ \frac{b^2+(b-a)^2}{(2b(b-a))^4} - 8K \right],$$

$I_1 = 0$  при заданных значениях параметров;

$$I_2 = \frac{1}{\mu_y} \int_{-a}^0 [(D(x))^{-5} - KD(x)] dx;$$

$$2^{-5} \int_{-a}^0 (b-a-x)^{-5} dx = 2^{-7} \frac{a(2b-a)(b^2+(b-a)^2)}{(b(b-a))^4}.$$

При  $b = 2a$  получаем:

$$2^{-7} \cdot \frac{15}{16} \cdot \frac{1}{a^4} = \frac{15}{8},$$

$$2 \int_{-a}^0 (b-a-x) dx = 2ab - a^2 = a(2b-a).$$

При  $b = 2a$  получаем:

$$3a^2 = 3 \cdot 2^{-4} = \frac{3}{16} \text{ (см}^2\text{)},$$

$$I_2 = \frac{1}{\mu_y} \left( \frac{15}{8} - K \cdot \frac{3}{16} \right) = 0.$$

То есть сила сжатия ленты для конического уплотнителя с такими же параметрами равна нулю. Соответственно сила сопротивления протаскиванию ленты равна нулю [1, с. 23].

Рассмотрим модель при другом значении параметра.

$K = 20,2 \text{ см}^{-6}$ , что соответствует развесу ленты  $g = 3,57 \cdot 10^{-2} \text{ г/см}$ .

Фиксируем параметры модели по-прежнему из условия  $I_1 = 0$ ;  $\frac{a}{b} = 0,5$ . Для  $a$

находим  $a \cong 0,22 \text{ см}$ , следовательно:

$$D_1 = 0,88 \text{ см},$$

$$D_2 = 0,44 \text{ см},$$

$$I_2 \cong 16,1 \text{ (см}^{-4}\text{)}.$$

Сила сжатия ленты  $N \cong \alpha \cdot 13,5 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)}$ .

Сравним полученный результат с сжатием ленты для конического уплотнителя с теми же параметрами:

$$I_1 = 0,$$

$$I_2 = \frac{1}{\mu_y} \left[ 2^{-7} \cdot 2^{-4} \cdot 15 \cdot \frac{1}{(0,22)^4} - 20,2 \cdot 3 \cdot (0,22)^2 \right] = 0,65 \text{ (см}^{-4}\text{)}.$$

Сила сжатия ленты:

$$N_{\text{конус}} \cong \alpha \cdot 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)},$$

то есть

$$\frac{N}{N_{\text{конус}}} = 24,7.$$

При длине рабочей зоны 0,22 см тороидальный уплотнитель оказывает давление на продукт примерно в 25 раз больше, чем конический с теми же параметрами.

Сравним силы сопротивления протаскиванию ленты для тороидального и конического уплотнителей.

Тороид:

$$F = \frac{\alpha}{\pi^2} \left( \frac{4g}{8} \right)^3 \mu_y \cdot 9,34 = \alpha \frac{\pi \zeta_0^3}{K} \mu_y \cdot 9,34 = \mu_y N,$$

$$F = \alpha \cdot 4,75 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)}.$$

Конический уплотнитель:

$$F_{\text{конус}} = 0,$$

б)  $K = 20,2 \text{ см}^{-6}$ ;  $D_1 = 0,88 \text{ см}$ ;  $D_2 = 0,44 \text{ см}$ .

Тороид:

$$F = \mu_y N,$$

$$F = \alpha \cdot 4,05 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)}.$$

Конический уплотнитель:

$$F_{\text{конус}} = \mu_y N_{\text{конус}},$$

$$F_{\text{конус}} = \alpha \cdot 0,16 \cdot 10^{-4} \text{ (дин)}.$$

То есть

$$\frac{F}{F_{\text{конус}}} \approx 24,7.$$

Общая формула:

$$F = \frac{\alpha}{\pi^2} \left( \frac{4g}{\gamma} \right)^3 \left[ \mu_y I_2 + \frac{1}{\mu_y} I_1 \right].$$

а)  $K = 10 \text{ см}^{-6}$ ;  $D_1 = 1 \text{ см}$ ;  $D_2 = 0,5 \text{ см}$ .

Из этого можно сделать вывод, что уплотнитель, имеющий тороидальную форму, имеет лучший технологический эффект по сравнению с уплотнителем, имеющим коническую форму.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Губерман М.С., Чистобородов Г.И., Агалаков В.А. Математические методы проектирования уплотняющих устройств. – Иваново: ИГТА, 1999.
2. Борисов Р.М., Андреев М.А., Шагинов А.В., Никифорова Е.Н., Роньжин В.И. Аналитическое исследование взаимодействия волокнистого продукта с уплотнителем в форме тора // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1.

Рекомендована кафедрой инженерной графики.  
Поступила 29.03.11.