© М.С. Ефимов, 2008

УДК 621.867

*М.С. Ефимов*

# *ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА УГЛОВЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ЛЕНТЫ ТРУБЧАТОГО КОНВЕЙЕРА*

**Семинар № 18**

В последнее время в различных отраслях промышленности для транспортирования насыпных грузов находят широкое применение ленточные трубчатые конвейеры. В отличие от конвейера традиционной конструкции трубчатый обеспечивает экономию производственных площадей, возможность транспортирования грузов по криволинейным трассам без мест перегрузки, защиту окружающей среды от просыпей и пыли, защиту транспортируемых грузов от внешних воздействий.

К недостаткам ленточных трубчатых конвейеров следует отнести ограничение по предельной крупности кусков груза, перемещаемых конвейером, и необходимость обоснования оптимального заполнения трубчатой ленты, так как при транспортировании слишком больших кусков и избыточном ее заполнении происходит измельчение груза и повреждение ленты и роликоопор. Кроме того, трубчатый конвейер при некоторых режимах работы характеризуется более высоким коэффициентом сопро-тивления движению по сравнению с ленточным конвейером традиционной конструкции.

Одной из малоизученных проблем является поведение ленты конвейера внутри шестироликовой роликоопоры. Следует отметить, что если угол отклонения ленты будет более 20°, то контакт края ленты с соседним роликом может привести к возрастанию на него нагрузок, повышенному износу роликов, а также износу ленты.

Для оценки угловых отклонений и влияния на них различных факторов использовано уравнение, полученное в работе [1]:

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}-\left(a-v^2\right)\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+2v\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial t}+$$
$$+\eta\left(\frac{\partial\varphi}{\partial t}+v\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)+\left(h+d\right)\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}+\frac{1}{v}\frac{\partial\varphi}{\partial t}\right)+$$
$$+c_\psi\varphi=0,$$

где $\varphi$ - угол отклонения ленты, град.; a – коэффициент, учитывающий свойства и натяжение ленты; $\nu$ - скорость движения ленты, м/с; h, d – коэффициенты, учитывающие степень заполнения ленты грузом, силы от изгиба ленты на ролике и др.; $c_\psi$ - коэффициент, учитывающий жесткость системы «лента-груз».

С помощью данного уравнения можно решить различные статические и динамические задачи для грузовой и порожней ветвей конвейера, исследовать ее устойчивость, обосновать способы снижения угловых перемещений.

Для оценки величины углового смещения ленты под действием статического момента, приложенного в средней части трубчатого конвейера, ука-

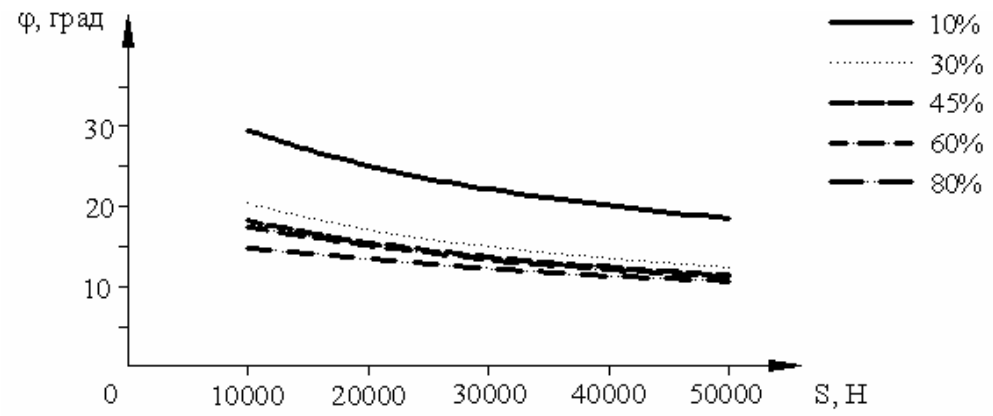


***Рис. 1. Зависимость угла отклонения ленты трубчатого конвейера (φ) от натяжения ленты (S) и производительности конвейера (Q)***

занное уравнение приводится к следующему виду:

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} - 2\varepsilon\frac{d\varphi}{dx} - g\varphi = 0,$$

где $\varepsilon = \dfrac{h + \eta v + d}{2(a - v^2)}$, $g = \dfrac{c_\psi}{a - v^2}$.

Решение данного уравнения позволило определить величины угловых отклонений ленты трубчатого конвейера в зависимости от различных свойств и параметров конвейера, ленты и транспортируемого груза.

Ниже приведены результаты расчета угловых смещений ленты трубчатого конвейера со следующими параметрами:

- ширина ленты – $B$ = 1000 мм;
- коэффициент сопротивления движению ленты по роликоопорам – $w$ = 0,04;
- насыпная плотность груза - $\rho$ = =1,5 т/м$^3$;
- расстояние между роликоопорами – $l_p$ = 1 м;
- приложенный статический момент – $M_0$ = 1000 Нм;
- коэффициент – $c$ = 20 [2].

В качестве варьируемых параметров приняты: производительность конвейера (Q) в пределах 10-80 %, натяжение ленты (S) от 10 до 50 кН, модуль сдвига ленты (G) от 1,7·10$^8$ до 1,7·10$^9$ Н/м$^2$.

Результаты расчетов по определению величины угловых смещений в зависимости от натяжения ленты и производительности конвейера приведены на рис. 1.

Как следует из графиков, с увеличением величины натяжения ленты угловые отклонения уменьшаются. Несмотря на то, что при изменении производительности конвейера величина $C_\psi$ имеет максимум в определенной точке угловые отклонения не имеют минимума, т.к. при этом существенно меняются распределенные силы, действующие на ролики и величина условной плотности, что приводит к монотонному уменьшению углового отклонения ленты конвейера.

На рис. 2 показано влияние модуля сдвига ленты на ее угловые перемещения.

Данный рисунок свидетельствует о том, что чем выше модуль сдвига, тем более устойчивое положение ленты.

*Выводы*

1. В основу определения угловых отклонений ленты трубчатого конвейера

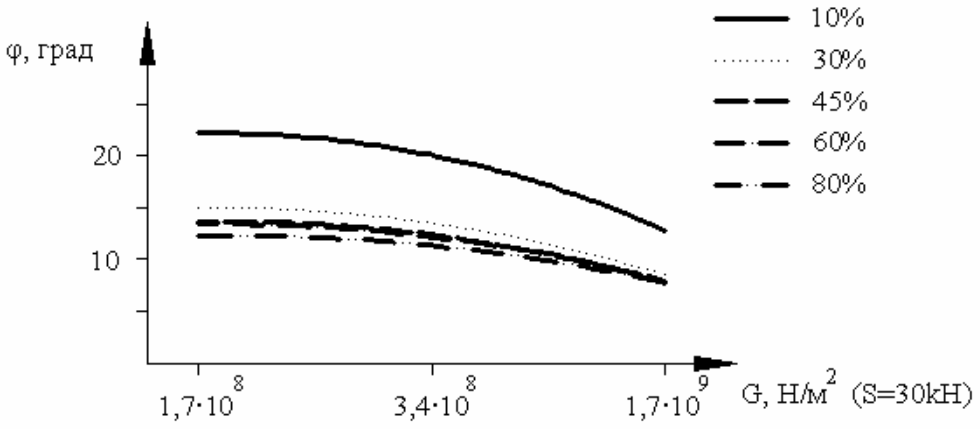


***Рис. 2. Зависимость угла смещения ленты трубчатого конвейера (φ) от модуля сдвига ленты (G)***

положено дифференциальное уравнение, полученное в работе [1], связывающее угловые перемещения с основными параметрами конвейера.

2. Исследование напряженно-деформированного состояния ленты трубчатого конвейера в зависимости от его производительности, натяжения и модуля сдвига ленты позволило получить количественные оценки ее углового смещения при различном сочетании указанных факторов.

3. Полученные расчетные зависимости угловых отклонений ленты от различных параметров конвейера позволяют решать задачи, связанные с обеспечением устойчивого движения ленты путем смещения центрирующих опор.

***СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***

1. *Дмитриев В.Г.* Уравнение вращательного движения ленты трубчатого конвейера. Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, 2004, № 8.

2. *Галкин В.И., Дмитриев В.Г., Дьяченко В.П., Запенин И.В., Шешко Е.Е.* Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий. – М.: Изд-во МГГУ, 2005. – 543 с.

ГИАБ

## *Коротко об авторе*

*Ефимов М.С.* – аспирант, Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 18 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.И. Галкин.*