

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-39-36-38>

К ИССЛЕДОВАНИЮ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Лукиенко Л.В.

*Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого,
Тула, Россия*

Ключевые слова: ленточный конвейер, математическая модель, коэффициент безопасности, нагруженность ленты, сопротивление движению ленты, жёсткость и деформация ленты.

Аннотация. В статье представлены основные уравнения математической модели, позволяющей определить эксплуатационную нагруженность тягового органа ленточного конвейера. В основе модели лежит учёт упругости ленты, пропорциональной её деформации, нагруженной распределённой по длине массой. Диссипативную силу считаем пропорциональной скорости деформирования ленты. В качестве основного критерия моделирования, описывающего условия эксплуатации ленты ленточного конвейера принят коэффициент безопасности, учитывающий отсутствие проскальзывания ленты по отношению к барабанам.

TO STUDY THE DYNAMIC LOADING OF THE BELT CONVEYOR

Lukienko L.V.

Tolstoy Tula State Pedagogical University, Tula, Russia

Keywords: the belt conveyer, mathematical model, safety factor, belt loading, resistance to belt movement, stiffness and deformation of the belt.

Abstract. The article presents the basic equations of a mathematical model that allows determining the operational load of the traction body of a belt conveyor. The model is based on taking into account the elasticity of the tape, in proportion to its deformation, loaded with a length-distributed mass. The dissipative force is considered proportional to the rate of deformation of the tape. As the main modeling criterion describing the operating conditions of the conveyor belt, the safety factor is adopted, taking into account the absence of tape slippage in relation to the drums.

В условиях увеличения требований к производительной и надёжной работе оборудования на производстве бесперебойная работа транспортных систем является чрезвычайно важной. Длина ленточных конвейеров, применяемых в подземных условиях шахт и рудников, достигает в среднем 300...500 м. При этом условия эксплуатации являются весьма сложными: динамичная нагрузка, значительная запылённость и ряд других факторов. Допускаемый угол наклона выработок от -16° до $+18^{\circ}$. Исследованиями работы ленточных конвейеров занимались Шахмейстер Л.Г., Спиваковский А.О., Затонский А.В., Шешко Е.Е., Бреннер В.А. и другие учёные.

Избранная тема исследования обладает актуальностью, т.к. даст возможность на основе предложенной модели оценить динамическую нагруженность ленточного конвейера и разработать конструктивные предложения по обеспечению производительной и надёжной работы ленточных конвейеров, эксплуатируемых в шахтных условиях.

Прежде чем выбрать математические выражения для моделирования работы ленточного конвейера рассмотрим необходимые допущения. Тяговый орган конвейера – лента, представляет собой упругий элемент с распределённой по длине массой. Силу упругости ленты принимаем пропорциональной деформации, диссипативные же потери пропорциональны скорости деформации. Предполагаем, что транспортируемая масса не оказывает сопротивления деформациям ленты. Переходные режимы работы (пуск конвейера и его торможение) не являются рабочими, поэтому проскальзывание ленты по отношению к барабану не рассматриваем. Пренебрегаем также смещением груза по отношению к ленте.

Одной из основных характеристик рациональной эксплуатации ленточного конвейера является отсутствие проскальзывания ленты по отношению к барабанам. Его величину можно определить, используя соотношение:

$$k_{\sigma} = \frac{e^{\mu, \alpha_i}}{S_{н\sigma i} / S_{с\sigma i}}, \quad (1)$$

где k_{σ} – коэффициент безопасности; μ_i – коэффициент трения между лентой и барабаном; α_i – угол охвата барабана лентой; $S_{н\sigma i}$, $S_{с\sigma i}$ – натяжение набегающей и сбегающей ветвей ленты.

Две последние величины не равны между собой и, в сущности, определяют эксплуатационную нагруженность ленты и, соответственно, её ресурс. Они могут быть определены в соответствии с зависимостями:

$$S_{н\sigma i} = S_z + W_{Gz} / 2 + m_{лz} \cdot \ddot{x}_1 / 2 \pm W_{Tz} / 2, \quad (2)$$

$$S_{с\sigma i} = S_i - W_{Gi} / 2 - m_{ли} \cdot \ddot{x}_i / 2 \mp W_{Ti} / 2, \quad (3)$$

где W_{Gi} – весовая составляющая сопротивления движению i -го участка ленты; z – число барабанов или участков ленты на расчётной схеме; W_{Ti-1} – силы вредного сопротивления движению ленты на $(i-1)$ участке ленты; $m_{ли}$ – масса i -го участка ленты и опорных роликов; \ddot{x}_i – ускорение точки на окружности i -го барабана. Для его определения используем выражение:

$$\ddot{x}_i = \ddot{x}_{i-1} + \dot{\lambda}_{i-1}, \quad (4)$$

где \ddot{x}_{i-1} – ускорение точки ленты на окружности $(i-1)$ -го барабана; $\dot{\lambda}_{i-1}$ – ускорение деформации ленты на $(i-1)$ участке ленты, которое можно определить по зависимости

$$\dot{\lambda}_{i-1} = -\frac{F_i' + F_i''}{m_i} + \frac{F_i' + F_i''}{m_{i-1}}, \quad (5)$$

где F_i – силы, действующие на ленту конвейера, учитывающие жёсткость и деформацию ленты, переменные движущие силы и весовые составляющие.

Представленные основные зависимости математической модели позволяют определить динамическую нагруженность конвейера с учётом его реальных условий работы.

Список литературы

1. Затонский А.В. Динамическая пространственная модель многоприводного ленточного конвейера // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: управление, вычислительная техника и информатика. – 2017. – №4. – С. 99-110.
2. Юрченко В.М. Совершенствование узлов ленточного конвейера для уменьшения износа ленты // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2016. Сборник материалов XVI международной научно-практической конференции. – Кемерово: КузГТУ, 2016. – С. 57-61.
3. Бреннер В.А., Кутлуниин В.А. Динамика горных машин. – Тула: ТулГУ, 1998. – 234 с.

References

1. Zatonsky A.V. Dynamic spatial model of a multi-drive belt conveyor // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Engineering and Informatics. 2017, no.4, pp. 99-110.
2. Yurchenko V.M. Improvement of belt conveyor nodes to reduce belt wear // Natural and intellectual resources of Siberia. Sibresurs 2016. Collection of materials of the XVI international scientific and practical conference. – Kemerovo: KuzSTU, 2016. – P. 57-61.
3. Brenner V.A., Kutlunin V.A. Dynamics of mining machines. – Tula: TulSU, 1998. – 234 p.

| | |
|--|--|
| Лукиенко Леонид Викторович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой | Lukienko Leonid Viktorovich – doctor of technical sciences, associate professor, head of the department |
| lukienko_lv@mail.ru | |

Received 21.12.2023