

## ОЦЕНКА СПОСОБА СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ЛЕНТЫ УКЛОННОГО КОНВЕЙЕРА

**М. С. Панчук,**

аспирант,

**А. А. Реутов,**

проф., д-р техн. наук

Брянский государственный технический университет, г. Брянск

*Рассмотрено распределение силы растяжения ленты вдоль трассы уклонного конвейера с устройством дополнительного сопротивления на порожняковой ветви в виде электрогенератора. Показано, что установка устройства дополнительного сопротивления на порожняковой ветви конвейера целесообразна, когда нет возможности достаточно натянуть ленту с помощью натяжного барабана.*

**Ключевые слова:** ленточный конвейер, порожняковая ветвь, прочность, натяжной барабан.

## EVALUATION OF THE METHOD FOR REDUCING BELT STRENGTH OF SLOPE CONVEYOR

*The distribution of the belt tensile force along the route of an inclined conveyor with an additional resistance device on the empty branch in the form of an electric generator is considered. It is shown that installing an additional resistance device on the empty branch of the conveyor is advisable when it is not possible to sufficiently tension the belt using a tension drum.*

**Keywords:** belt conveyor, empty branch, strength, tension drum.

На открытых горных разработках ленточные конвейеры (ЛК) устанавливают на бортах карьеров для подъема вскрышных пород и полезных ископаемых. При установке привода в верхней части ЛК сила натяжения ленты грузовой ветви возрастает по направлению движения, а на порожней ветви может уменьшаться. На рис. 1 представлена упрощенная расчетная схема уклонного ЛК с одним приводным барабаном.

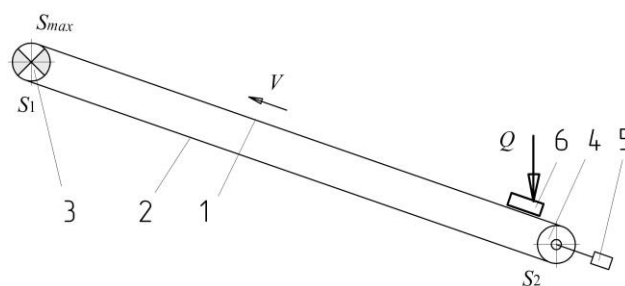


Рис. 1. Упрощенная схема уклонного ЛК (1 и 2 – грузовая и порожняковая ветви ленты, 3 и 4 – приводной и натяжной барабаны, 5 – натяжное устройство, 6 – устройство загрузки,  $V$  – направление движения ленты,  $Q$  – поступающий на ЛК грузопоток)

Наибольшее натяжение  $S_{max}$  конвейерная лента имеет в месте набегания на приводной барабан 3. Целью работы является анализ возможности снижения  $S_{max}$  при установке на порожняковой ветви конвейера устройства дополнительного сопротивления.

Для создания достаточной силы тяги приводного барабана необходимо обеспечить силу натяжения ленты  $S_1$  в точке сбега с приводного барабана

$$S_1 = kF_{\Sigma}/(e^{\mu\alpha} - 1), \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент запаса силы тяги,  $F_{\Sigma}$  – суммарная сила сопротивления движению ленты,  $\mu$  – коэффициент трения ленты по поверхности приводного барабана,  $\alpha$  – угол охвата лентой приводного барабана.

Силу натяжения ленты в хвостовой части конвейера  $S_2$  вычисляют через силу  $S_1$  и силу сопротивления движению ленты на порожняковой ветви  $F_{\Pi}$

$$S_2 = S_1 + F_{\Pi}, \quad F_{\Pi} = q_0L(\omega_{\Pi}\cos\beta - \sin\beta),$$

где  $q_0$  – погонный вес ленты (Н/м),  $\omega_{\Pi}$  – коэффициент сопротивления движению порожняковой ветви ленты,  $\beta$  – угол наклона конвейера к горизонту,  $L$  – длина конвейера (м).

Если угол  $\beta > \arctg\omega_{\Pi}$ , сила натяжения ленты в хвостовой части конвейера  $S_2$  меньше силы натяжения ленты, сбегающей с приводного барабана  $S_1$ . Для ограничения провисания ленты между роlikоопорами порожняковой ветви необходимо выполнение условия  $S_2 \geq [S_{\Pi}]$  [1]. Аналогичное условие необходимо

соблюдать и для грузовой ветви  $S_3 \geq [S_r]$ . Здесь  $S_3$  – сила натяжения ленты грузовой ветви,  $[S_n]$  и  $[S_r]$  – минимальные допустимые силы натяжения ленты порожняковой и грузовой ветвей.

В ряде случаев выполнение условий ограничения провисания ленты требует большего натяжения ленты в хвостовой части конвейера, чем условие (1). Это приводит к увеличению силы натяжения ленты по всему контуру. В результате возрастает  $S_{max}$ , и ЛК оснащают более прочной лентой. Эти случаи определяются неравенствами

$$S_1 + F_n < [S_n], \text{ или } k F_{\Sigma} / (e^{\mu\alpha} - 1) + F_n - \sin\beta + F_{нб} < [S_r],$$

где  $F_{нб}$  – сила сопротивления движению ленты на натяжном барабане.

При наличии перегиба трассы ЛК выпуклостью вверх установка на грузовой ветви промежуточного линейного привода с тяговой лентой позволяет снизить  $S_{max}$  [2].

Для снижения  $S_{max}$  предложено устанавливать на порожняковой ветви конвейера устройство дополнительного сопротивления в виде двух дополнительных барабанов, соединенных с электрогенератором (рис. 2) [3].

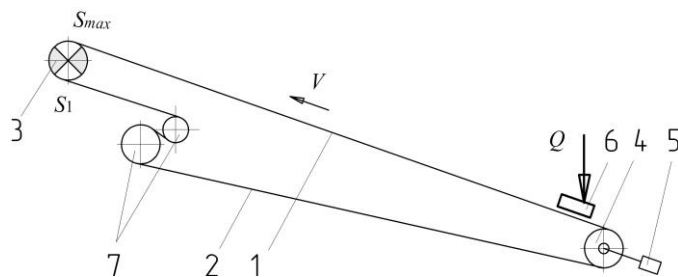


Рис. 2. Упрощенная схема уклонного ЛК с электрогенератором на порожняковой ветви (1 и 2 – грузовой и порожняковая ветви ленты, 3 и 4 – приводной и натяжной барабаны, 5 – натяжное устройство, 6 – устройство загрузки, 7 – дополнительные барабаны)

Электрогенератор целесообразно устанавливать в зоне большего натяжения порожняковой ветви, то есть ближе к приводу конвейера. Электроэнергия, вырабатываемая электрогенератором, возвращается в систему электропитания и управления конвейером.

Сила дополнительного сопротивления движению ленты на порожняковой ветви  $F_a$  обеспечит выполнение условий ограничения провисания ленты, если

$$F_a \geq [S_{\Pi}] - S_1 - F_{\Pi}, \text{ или } F_a \geq [S_{\Gamma}] - S_1 - F_{\Pi} - F_{\text{нб}}.$$

Например, для уклонного конвейера длиной  $L = 120$  м, установленного под углом  $\beta = 18^\circ$ ,  $[S_{\Pi}] = 3,6$  кН,  $[S_{\Gamma}] = 10,86$  кН,  $\mu = 0,4$ ,  $k = 1,1$ ,  $F_{\Sigma} = 91,63$  кН,  $F_{\Pi} = -4,86$  кН,  $F_{\text{нб}} = 175$  Н. Тогда при  $\alpha = 180^\circ$   $S_1 = 16,38$  кН и по условиям ограничения провисания ленты дополнительное сопротивление не требуется. При  $\alpha = 270^\circ$   $S_1 = 7,37$  кН и необходимо дополнительное сопротивление  $F_a \geq 7,44$  кН для ограничения провисания ленты грузовой ветви.

Независимо от наличия дополнительного сопротивления движению ленты на порожняковой ветви

$$S_{\text{max}} = [S_{\Pi}] + F_{\text{нб}} + F_{\Gamma}, \text{ или } S_{\text{max}} = [S_{\Gamma}] + F_{\Gamma},$$

где  $F_{\Gamma}$  – сила сопротивления движению грузовой ветви ленты.

Таким образом, дополнительное сопротивление на порожняковой ветви увеличивает необходимую мощность привода, но не снижает максимального натяжения конвейерной ленты  $S_{\text{max}}$ . Установка устройства дополнительного сопротивления на порожняковой ветви ЛК целесообразна, когда нет возможности достаточно натянуть ленту с помощью натяжного барабана.

При установке привода в нижней части ЛК натяжной барабан может быть размещен между хвостовым приводным барабаном и загрузочным устройством.

Если угол  $\beta > \arctg \omega_{\Pi}$ , максимальная сила натяжения ленты будет в верхней части конвейера. На порожняковой ветви натяжение ленты уменьшается по направлению движения, но ограничение провисания ленты между роlikоопорами необходимо контролировать в начале грузовой ветви. Натяжение ленты в точке сбегания с приводного барабана должно обеспечить достаточную силу тяги приводного барабана (1). Тогда

$$S_{\text{max}} = k F_{\Sigma} / (e^{\mu\alpha} - 1) + F_{\Gamma}, \text{ или } S_{\text{max}} = [S_{\Gamma}] + F_{\Gamma}.$$

Суммарная сила сопротивления движению ленты  $F_{\Sigma}$  из-за размещения дополнительных натяжного и отклоняющих барабанов между хвостовым приводным барабаном и загрузочным устройством увеличивается, поэтому установка

привода в нижней части ЛК не снижает проектную прочность конвейерной ленты.

**Выводы.** При больших углах наклона конвейера к горизонту ( $\beta > \arctg \omega_{\text{п}}$ ) натяжение ленты в хвостовой части конвейера определяют по условию ограничения провисания ленты между роlikоопорами. Это приводит к увеличению силы натяжения по всему контуру ленты и использованию более прочной конвейерной лентой. Показано, что снижение проектной прочности конвейерной ленты не может быть достигнуто установкой на порожняковой ветви конвейера устройства дополнительного сопротивления в виде электрогенератора. Установка устройства дополнительного сопротивления на порожняковой ветви ЛК целесообразна, когда нет возможности достаточно натянуть ленту с помощью натяжного барабана. Установка привода в нижней части ЛК также не снижает проектную прочность конвейерной ленты.

#### Список литературы

1. *Зенков Р. Л., Ивашков И. И., Колобов Л. Н.* Машины непрерывного транспорта. М. : Машиностроение, 1987. С. 146.
2. *Реутов А. А.* Моделирование приводов ленточных конвейеров. Брянск : БГТУ, 2011. С. 111–116.
3. Патент № 2671794 С1, Российская Федерация, МПК В65G 23/44. Электрический привод уклонного ленточного конвейера. Заявл. 15.01.2018, опуб. 06.11.2018. Бюл. № 31.