

УДК 621.87

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ С РАЗГРУЗОЧНОЙ ТЕЛЕЖКОЙ

Чурсина М.А., Дёмина А.А., студенты гр.ОПс-171, IV курс
Захаров А.Ю., профессор кафедры ГМиК
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
Г. Кемерово

Ленточные конвейеры являются наиболее распространенным средством непрерывного транспорта благодаря высокой производительности, большой длине транспортирования, простоте конструкции и эксплуатации. Они могут быть как самостоятельными машинами, так и входящими в состав более сложных погрузочно-разгрузочных и производственных комплексов.

В последние годы ленточные конвейеры получают все большее распространение в угольной промышленности, как в шахтах, так и на обогатительных фабриках. С 2000 года происходит рост производительности отдельных предприятий. Появились обогатительные фабрики производительностью более 10 млн тонн в год, при этом произошел переход с высотных бункеров к напольным укрытым складам, где наибольшее распространение получили конвейеры с разгрузочной тележкой [1].

Напольный укрытый склад может быть в длину до 200 метров, чаще всего формирования склада осуществляется разгрузочной тележкой ленточного конвейера от его начала и до конца (рисунок 1).

Как правило, в расчёте ленточных конвейеров с разгрузочной тележкой рассматривается положение тележки, максимально приближенное к приводной станции [2,3,4].

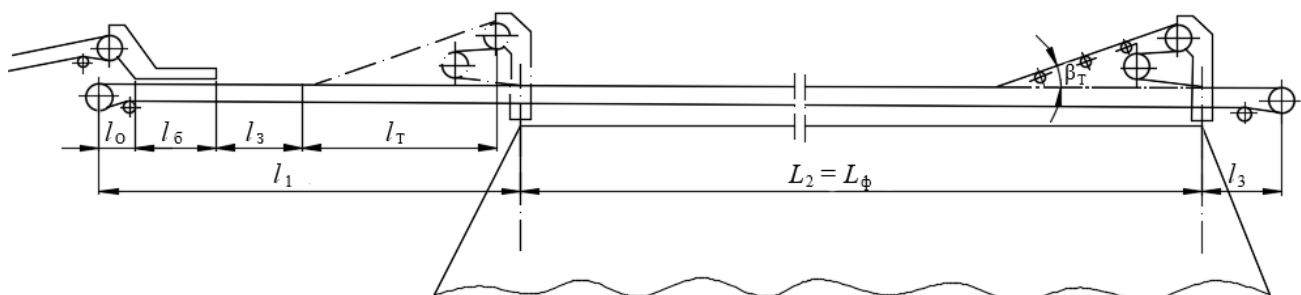


Рисунок 1 – Схема трассы ленточного конвейера с разгрузочной тележкой

Рассмотрим влияние положения тележки на величину максимальных и минимальных натяжений ленты.

Определение натяжений в характерных точках трассы конвейера осуществим методом обхода по контуру (рисунок 2).

Для примера зададимся следующими исходными данными. Линейная нагрузка от массы ленты при ширине $B=1,2$ м равна $q_l=20$ кг/м. Линейные нагрузки от массы вращающихся частей роликоопор верхней и нижней ветвей соответственно: $q'_p=20,3$ кг/м; $q''_p=11,8$ кг/м. Длина конвейера $L = 61,4$ м. Фронт разгрузки конвейера $L_\phi = 46,51$ м. Расстояние от концевого барабана до отклоняющего $l_{1-2} = l_{3-4} = 1$ м. Расстояние от оси барабана до нижней кромки днища загрузочной устройства $l_{5-6} = 2$ м. Длина направляющих бортов $l_{6-7} = 2$ м. Запас длины горизонтальной части ленты $l_{7-8} = 1,5$ м. Горизонтальная проекция участка ленты, расположенного на разгрузочной тележке $l_{8-10} = 6$ м. Высота разгрузочной тележки $h = 2$ м. Запас длины горизонтальной части ленты перед концевым барабаном $l_{10-11} = 2,5$ м.

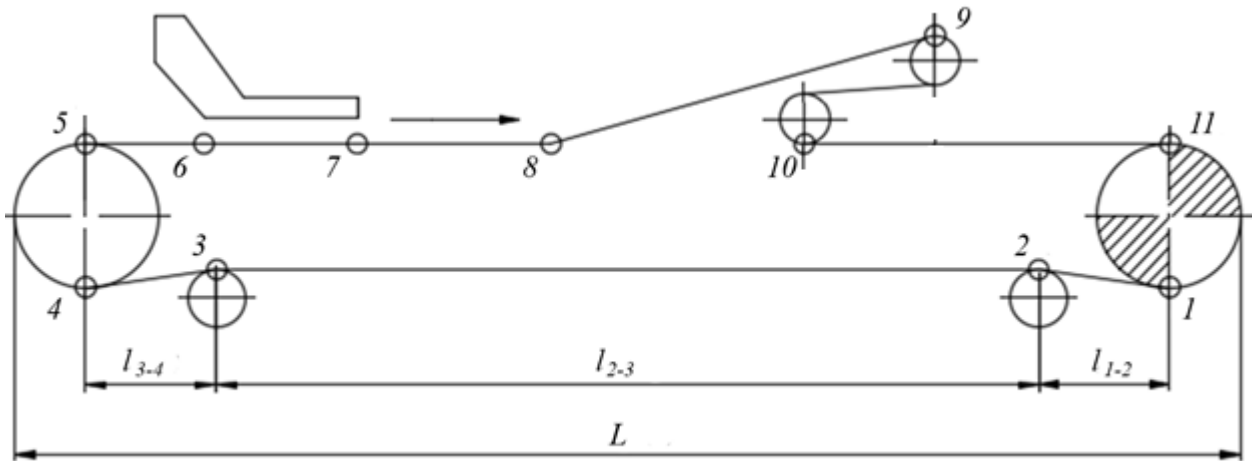


Рисунок 2 – Расчетная схема ленточного конвейера с разгрузочной тележкой

Натяжения в характерных точках трассы конвейера при максимально приближенном положении разгрузочной тележки к приводной станции определяем следующим образом:

$$S_1 = S_{c6}, \quad S_2 = S_1 + W_{1-2}; W_{1-2} = 0,02S_1, \quad S_2 = 1,02S_1.$$

$$S_3 = S_2 + W_{2-3}; W_{2-3} = l_{2-3}wg(q_l + q''_p) = 59,4 \cdot 0,04 \cdot 9,8(20 + 11,8) = 740,4 \text{ Н.}$$

$$S_3 = 1,02S_1 + 740,4.$$

$$S_4 = S_3 + W_{3-4}; W_{3-4} = 0,02S_3 = 0,02 \cdot (1,02S_1 + 740,4) = 0,02S_1 + 14,8.$$

$$S_4 = 1,04S_1 + 755,2.$$

$$S_5 = S_4 + W_{4-5}; W_{4-5} = 0,04S_4 = 0,04 \cdot (1,04S_1 + 755,2) = 0,04S_1 + 30,2.$$

$$S_5=1,08S_1+785,4.$$

$$S_6=S_5+W_{5-6}; W_{5-6}=l_0 \operatorname{wg} (q_{\text{л}}+q'_{\text{п}})=2 \cdot 0,04 \cdot 9,8(20+20,3)=31,6 \text{ Н.}$$

$$S_6=1,08S_1+817.$$

$$S_7=S_6+W_{6-7}; W_{6-7}=l_{6-7} \operatorname{wg} (q_{\text{л}}+q_{\text{л}}+q'_{\text{п}})+K_1 l_6 g=2 \cdot 0,04 \cdot 9,8(76,4+20+20,3)+8 \cdot 2 \cdot 9,8=248,3.$$

$$S_7=1,08S_1+1065,3.$$

$$S_8=S_7+W_{7-8}; W_{7-8}=l_{7-8} \operatorname{wg} (q_{\text{л}}+q_{\text{л}}+q'_{\text{п}})=((l_3+L_{\phi}-l_{\text{т}}) \operatorname{wg}) (q_{\text{л}}+q_{\text{л}}+q'_{\text{п}})=$$

$$=42 \cdot 0,04 \cdot 9,8(76,4+20+20,3)=1921,3 \text{ Н.}$$

$$S_8=1,08S_1+2986,6.$$

$$S_9=S_8+W_{8-9}; W_{8-9}=l_{\text{т}} \operatorname{wg} (q_{\text{л}}+q_{\text{л}}+q'_{\text{п}})+h(q_{\text{л}}+q_{\text{л}})g=$$

$$=6 \cdot 0 \cdot 0,04 \cdot 9,8(76,4+20+20,3)+2 \cdot (76,4+20) \cdot 9,8=2163,9 \text{ Н.}$$

$$S_9=1,08S_1+5150,5.$$

$$S_{10}=S_9+W_{9-10}; W_{9-10}=0,1S_9=0,1 \cdot (1,08S_1+5150,5)=0,11S_1+515.$$

$$S_{10}=1,19S_1+5665,5.$$

$$S_{11}=S_{10}+W_{10-11}; W_{10-11}=l_{10-11} \operatorname{wg} (q_{\text{л}}+q'_{\text{п}})=2,5 \cdot 0,04 \cdot 9,8(20+20,3)=39,5 \text{ Н.}$$

$$S_{11}=S_{\text{н6}}=1,19S_1+5705.$$

$$S_{\text{н6}}=b_1 S_1+b_2; b_1=1,19; b_2=5705.$$

Здесь W – сила сопротивления движению ленты на соответствующем участке; S – сила натяжения в соответствующих точках; w – обобщённый коэффициент сопротивления движению; g – ускорение свободного падения.

Сила натяжения на сбегавшей ветви определится как

$$S_{\text{сб}} = \frac{b_2}{e^{\mu\alpha} - b_1}.$$

При значении коэффициента сцепления ленты с приводным барабаном $\mu=0,2$ и угле охвата приводного барабана $\alpha=210^\circ$ значение тягового фактора $e^{\mu\alpha}=2,08$. Тогда

$$S_{\text{сб}} = \frac{5705}{2,08-1,19} = 6410 \text{ Н.}$$

$$S_1=S_{\text{сб}}=6410 \text{ Н.}$$

$$S_5=1,08S_1+785,4=7708,2 \text{ Н.}$$

$$S_2=1,02S_1=6538,2 \text{ Н.}$$

$$S_6=1,08S_1+817=7739,8 \text{ Н.}$$

$$S_3=1,02S_1+740,4=7278,6 \text{ Н.}$$

$$S_4=1,04S_1+755,2=7421,6 \text{ Н.}$$

$$S_7=1,08S_1+1065,3=7988,1 \text{ Н.}$$

$$S_8 = 1,08S_1 + 2986,6 = 9909,4 \text{ Н.}$$

$$S_{10} = 1,19S_1 + 5665,5 = 13293,4 \text{ Н.}$$

$$S_9 = 1,08S_1 + 5150,5 = 12073,3 \text{ Н.}$$

$$S_{11} = S_{н6} = 1,19S_1 + 5705 = 13332,9 \text{ Н.}$$

Далее выполняется проверка минимального натяжения ленты по условию провисания между роlikоопорами грузеной ветви конвейера. Груз поступает на рассматриваемый конвейер в характерной точке S_7 (рисунок 2) и в этой точке наблюдается минимальное натяжение на грузеной ветви.

Тогда:

$$S_{\min}^{2p} \geq K_1(q_r + q_n)gl_p \cos \beta,$$

где K_1 - коэффициент зависящий от параметров конвейера $K_1 = 5$; l_p - расстояние между роlikоопорами грузеной ветви $l_p = 1,2$, β - угол наклона конвейера, $\beta = 0$.

$$7988,1 \geq 5(76,4 + 20) \cdot 9,8 \cdot 1,2 \cdot \cos 0;$$

$$7988,1 \geq 5668,3.$$

Как можно заметить, в случае максимально приближенного положения разгрузочной тележки к приводной станции условие неравенства по провисанию выполняется.

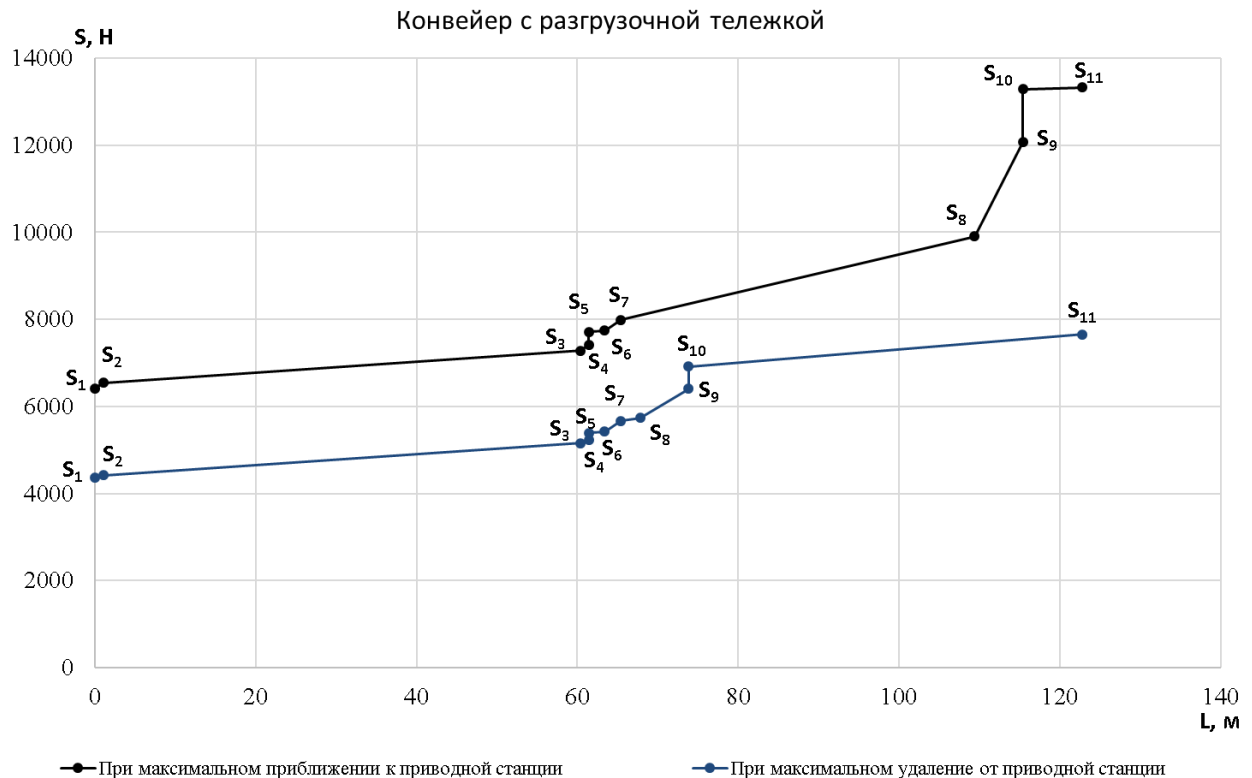


Рисунок 3 – Диаграмма натяжения ленты

В расчете для случая, когда разгрузочная тележка максимально удалена от приводной станции (расчет выполнялся аналогично приведенному) значения минимального натяжения на грузовой ветви S_7 меньше значений, вычисленных по правой части исследуемого неравенства

$$4360,3 \text{ Н} \geq 5668,3 \text{ Н},$$

следовательно, предварительное натяжение во всех характерных точках при расчете с минимальным приближением разгрузочной тележки к приводной станции необходимо увеличить на недостающую величину, а именно на

$$5668,3 \text{ Н} - 4360,3 \text{ Н} = 1308 \text{ Н}.$$

Для того, чтобы избежать чрезмерного провисания ленты и просыпей материала на порожнюю ветвь конвейера, следует увеличить полученные значения натяжений в характерных точках, то есть необходимо создать предварительное натяжение ленты.

Таким образом, если выполнять расчёт по максимально удалённому положению разгрузочной тележки от приводной станции, то не достигается реальное максимальное натяжение. То есть реальное максимальное натяжение на грузовой ветви в максимально приближённом положении разгрузочной тележки к приводной станции будет существенно больше. Для рассматриваемого примера на 1308Н.

Выбор ленты производят по максимальному значению натяжения ленты. Если не увеличить полученные значения натяжений на недостающую величину, то выбор ленты по прочности может быть не верным.

Следовательно, можно сделать следующие выводы по особенностям расчета ленточных конвейеров с разгрузочной тележкой:

1. Необходимо выполнять тяговый расчет два раза для крайних положений разгрузочной тележки: первый – когда тележка находится в начале конвейера и второй – в конце.
2. В случае невыполнения условия по минимальному провисанию ленты между роlikоопорами, увеличивать натяжение ленты необходимо по результатам расчета для положения разгрузочной тележки, максимально приближенной к приводной станции.

Список литературы

1. Захаров А.Ю. Сравнительная оценка напольного укрытого угольного склада и бункеров обогатительных фабрик: статья/ А.Ю. Захаров, Е. Г. Аксенов. -Кемерово: КузГТУ,2018. - 4с.
2. Н. Е. Ромакин Конструкция и расчёт конвейеров: справочник / Н. Е. Ромакин. -Старый Оскол: ТНТ, 2011. - 504 с.

3. Конвейеры ленточные стационарные типа УКЛС общего назначения с резинотканевой лентой В=400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000мм / Каталог: часть I. Оборудование. - Курган, 2007 г.-2007 г.

4. Кожушко, Г.Г. Расчет и проектирование ленточных конвейеров: учебно-методическое пособие / Г.Г. Кожушко, О.А. Лукашук.- Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016.-232 с.