

УДК 622.647.2

**В.И. Галкин, Е.С. Сазанкова**

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОЩНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ С КРИВОЛИНЕЙНОЙ В ПЛАНЕ ТРАССОЙ ДЛЯ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Статья посвящена вопросам, связанным с особенностями эксплуатации ленточных конвейеров, имеющих криволинейные в плане участки трассы. Рассмотрены эксплуатационные факторы, влияющие на безотказную работу ленточных конвейеров с криволинейной в плане трассой, в режимах пуска, максимальной загрузки и при холостом ходе.*

*Ключевые слова: ленточный конвейер, трасса, план, радиус кривизны, ролик-опора, угол наклона, пуск, холостой ход, груз.*

**В** последнее время, в связи с интенсификацией горных работ и применением передовых технологий добычи полезного ископаемого возникает необходимость повышения производительности ленточных конвейеров открытых горных работ.

Известно, что при транспортировании ленточными конвейерами полезного ископаемого до места переработки или отгрузки потребителю приходится преодолевать значительные расстояния, которые нередко сопровождаются криволинейностями трассы конвейера, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости.

В таблице приведены технические характеристики ленточных конвейеров, работающих в горной промышленности в различных странах мира и имеющих криволинейные в плане участки трассы.

Из материалов, представленных в таблице, видно, что конвейеры транспортируют различные по сыпной плотности материалы (от никелиевой руды - тяжелый материал до лигнита - относительно легкий материал). Длины конвейеров колеблются

от 1800 м до 19100 м, а их производительности - от 800 до 8650 т/ч; при этом количество искривлений в плане трассы - от 1 до 6 с радиусами кривизны от 500 до 4000 м. В мировой горной практике область применения ленточных конвейеров с искривлённой в плане трассой достаточно широка, поскольку

эксплуатируются такие конвейеры в различных климатических условиях и используются для транспортирования насыпных грузов с различными физико-механическими свойствами.

В качестве примера на рис. 1 представлен конвейер, установленный в Турции для транспортирования лигнита на ТЭЦ, технические характеристики которого приведены в таблице (столбец 5).

Эксплуатация ленточных конвейеров с криволинейными участками профиля трассы только в вертикальной плоскости является обычным явлением, как для карьерных, так и для шахтных конвейеров. Радиусы криволинейных участков выпуклостью вверх и вогнутых

**Характеристики ленточных конвейеров с криволинейной в плане трассой**

Техническая характеристика	Место установки конвейера							
	Беларуськалий (проект)	США	Турция	Турция	Германия	США	Куба	Чили
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина конвейера, м	10215	19100	8500	5500	1800	4000	4750	4261
Число конвейеров	1	1	1	1	1	1	1	1
Мощность, кВт	3300	5x560	4x450	-	-	-	4x190	3x750
Скорость движения ленты, м/с	2,5	7,1	4,5	4,5	-	-	2,95	7
Производительность, т/ч	1700	1100	1000	1000	800	2000	800	8650
Тип транспортируемого груза	сильвинитная руда	лигнит	лигнит	лигнит	соль калийная	лигнит	никелиевая руда	медная руда
Количество поворотов трассы в плане	5	6	2	3	1	3	1	1
Радиус криволинейных участков, м	R <sub>1</sub> =500, R <sub>2</sub> =500, R <sub>3</sub> =1800, R <sub>4</sub> =1750, R <sub>5</sub> =3000	R <sub>1</sub> =3050, R <sub>2</sub> =2440, R <sub>3</sub> =2600, R <sub>4</sub> =2100, R <sub>5</sub> =2060, R <sub>6</sub> =3050	R <sub>1</sub> =4000 R <sub>2</sub> =4000	R <sub>1</sub> =4000 R <sub>2</sub> =4000 R <sub>3</sub> =4000	R=1000	R <sub>1</sub> =800 R <sub>2</sub> =800 R <sub>3</sub> =800	R <sub>1</sub> =3000	R <sub>1</sub> =2500

участков могут быть определены на основании исследований работы [1].

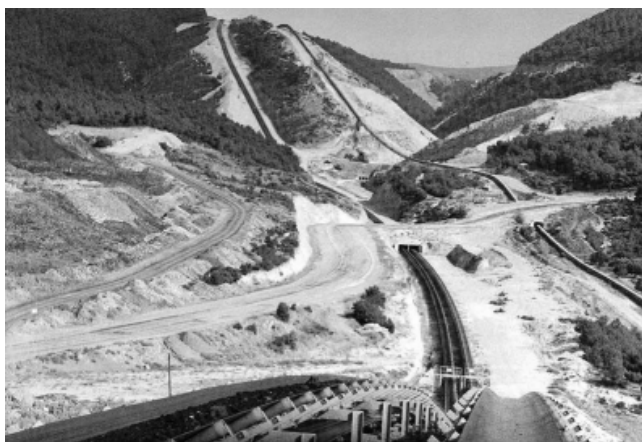
К искривлениям трассы конвейера в плане следует относиться с достаточной осторожностью, поскольку по правилам технической эксплуатации став ленточного конвейера в горизонтальной плоскости должен устанавливаться абсолютно прямолинейно. Это связано с тем, что любые искривления трассы конвейера в плане обычно приводят к нарушениям его работы, выражающимся в сходе ленты в сторону и, как следствие, в просыпании груза на почву.

Опыт эксплуатации мощных ленточных конвейеров показывает, что традиционные ленточные конвейеры (оснащённые гладкой лентой, движущейся по стационарным роликам) могут успешно эксплуатироваться, имея

в плане кривизну достаточного радиуса.

Возможность поворота трассы ленточных конвейеров в плане позволяет существенно упростить технологическую схему транспорта, сократить число перегрузочных пунктов, снизить объём подготовительных капитальных горных работ. Особенно актуальна проблема создания и применения в шахтных условиях криволинейных в плане ленточных конвейеров.

Устойчивое движение ленты на криволинейном в плане участке трассы может быть обеспечено наклоном всей трёхроликовой опоры в вертикальной плоскости или увеличением угла наклона бокового ролика, по которому движется ближняя к центру кривизны сторона ленты конвейера (имеющая меньший радиус кривизны). Кроме того, как



**Рис. 1. Пример установки ленточного конвейера, имеющего криволинейные участки трассы, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости**

возможный вариант, могут быть использованы фиксированные повороты в плане всей роlikоопоры и отдельных роликков.

Допустимый радиус кривизны в плане трассы ленточного конвейера  $R$  (м), исходя из условия отсутствия бокового схода ленты на криволинейном участке, может быть определён из формулы [2]

$$R = \frac{S(1 - f \sin \gamma)}{q_n (\sin \gamma + f)} \text{ ,}$$

где  $S$  - натяжения в ленте на участке кривизны в плане трассы конвейера, Н;  $f$  - коэффициент трения ленты по роlikоопорам, установленным на криволинейном участке трассы с углом наклона в вертикальной плоскости  $\gamma$ .

Допустимый радиус кривизны в плане осевой линии трассы ленточного конвейера определяется, прежде всего, устойчивым движением ленты (отсутствием бокового схода) при отсутствии груза на ленте криволинейного участка для такой схемы загрузки конвейера по длине, когда на этом участке возникают максимально возможные натяжения.

На рис. 2 приведена номограмма для определения допустимого радиуса кривизны в плане трассы ленточного конвейера [1] в зависимости от приведённых выше параметров.

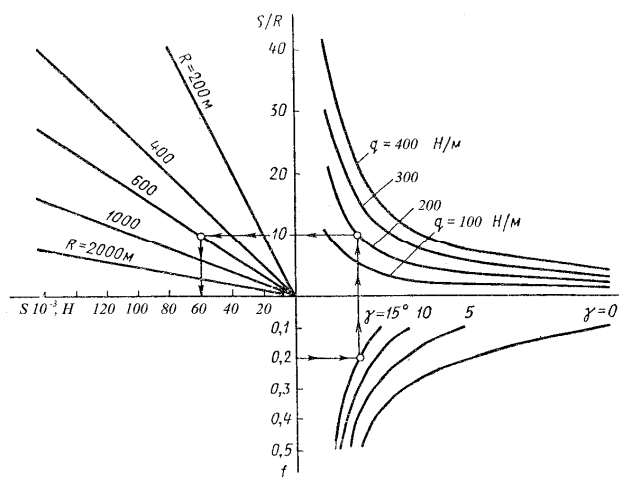
Для практического использования номограммы необходимо определить величину коэффициента трения ленты по ролику  $f$ , затем перейти к углу наклона трёхроlikовой роlikоопоры  $\gamma$ , переместиться в область определения погонного веса ленты  $q$ , перейти в область определения необходимого радиуса кривизны  $R$  и определить необходимое значение радиуса кривизны в зависимости от натяжения в ленте на криволинейном участке.

Для этого необходимо рассчитать натяжения в характерных точках контура конвейера с учётом радиусов кривизны трассы конвейера в вертикальной и горизонтальной плоскости.

Следует отметить, что сила трения, возникающая между поверхностью ленты и трёхроlikовой опорой, может препятствовать боковому сходу ленты. Для этого на криволинейных в плане участках трассы конвейера трёхроlikовые роlikоопоры, имеющие угол наклона в вертикальной плоскости, одновременно, должны иметь некоторый угол перекося в плане по отношению к радиусу кривизны трассы конвейера.

Устойчивость нижней (порожной ветви) конвейера также должна быть обеспечена, однако, она не зависит от схемы загрузки конвейера с податливым натяжным устройством.

Для конвейера с жёстким натяжным устройством максимальное натяжение на криволинейном в плане участке нижней ветви конвейера будет иметь место при его холостом ходе.



**Рис. 2. Номограмма для определения допустимого радиуса кривизны в плане трассы ленточного конвейера**

При проектировании ленточных конвейеров со сложной трассой (наличие криволинейных участков в горизонтальной и вертикальной плоскости) необходимо точное определение диапазона изменения натяжения в ленте на этих участках в различных режимах работы конвейера:

режим пуска, полная загрузка, режим холостого хода.

### **Выводы**

Устойчивое движение ленты на криволинейных в плане участках конвейера может быть потеряно при пуске или торможении конвейера.

Для конвейеров со сложной конфигурацией трассы необходимо точное знание динамических натяжений в ленте на криволинейных участках трассы, что вызывает необходимость анализа закономерностей формирования нагрузок и деформаций в период распространения вдоль тягового органа

(ленты) упругих волн в период пуска и торможения ленточного конвейера.

От правильной установки поддерживающих роликоопор на криволинейных участках трассы конвейера (угол установки в вертикальной и горизонтальной плоскости) зависит отсутствие бокового схода ленты.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Запенин И.В., Гладких М.А. Метод расчета на АВМ переходных режимов ленточных конвейеров со сложным профилем трассы. Сб. Шахтный и карьерный транс-

порт, вып 2., – М.: Недра, 1975, с.67-71.

2. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. Теория и расчёт ленточных конвейеров. – М.: Машиностроение, 1978., с. 296-305. **ПЛАБ**

### **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

Галкин Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,  
Сазанкова Е.С. – аспирант,  
Московский государственный горный университет,  
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru

