

УДК 622.4

*В.Г. Кулешов***ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ
ИЗГИБАЮЩЕГОСЯ ЛЕНТОЧНОГО
КОНВЕЙЕРА С ПОВОРОТНЫМ
УСТРОЙСТВОМ**

Семинар № 19

Выполненный анализ взаимодействия движущейся ленты с роlikоопорой показал, что при наличии внешней поперечной силы, обусловленной кривизной трассы и натяжением ленты, происходит упругое поперечное скольжение ленты по ролику, в результате которого максимальная сила, удерживающая ленту на вращающемся ролике, равна силе трения скольжения. Если внешняя поперечная сила меньше максимально возможной удерживающей силы, всё равно может происходить упругое боковое смещение оси ленты, или «упругий увод» ленты; суммирование этих смещений на многих роlikоопорах на криволинейном участке большой длины приводит к существенному конечному боковому сходу ленты. Применяя поворотные (в плане) роlikоопоры, можно устранить прогрессирующее боковое скольжение ленты, однако тогда обеспечивается только динамическое центрирование движения ленты, т.е. на криволинейном участке движение ленты около устойчивого положения сопровождается поперечными смещениями колебательного характера. При этом максимальная удерживающая ленту от бокового схода сила не увеличивается и равна силе трения скольжения.

Использование поворотного устройства на ходовых опорах в ленточном конвейере значительно улучшает условия устойчивости ленты от бокового схода на криволинейном участке трассы. В этой конструкции максимальное

удерживающая сила близка к полной силе трения покоя, благодаря чему отсутствует нарастание бокового скольжения ленты по мере движения по криволинейному участку, т.к. опора движется совместно с лентой. На порожней ветви конвейера ходовые опоры движутся по направляющим, а лента – по стационарным роликам.

Стационарные роlikоопоры для порожней ветви ленты установлены наклонно, причём ролики поочерёдно наклонены в разные стороны. Лента запасована таким образом, что на одном ролике она лежит сверху и пропущена снизу на следующем ролике. Такая запасовка ленты позволяет обеспечить устойчивое движение нижней ветви ленты.

Таким образом, если требуется, цепной контур с ходовыми опорами может иметь значительно меньшую длину, чем длина конвейера в целом.

Натяжение ленты на участки совместного движения с цепным контуром поворотного устройства зависит не только от сил сопротивления движению, но так же от соотношения жёсткостей ленты и цепи, причём этот участок состоит из двух характерных зон: совместного движения и упругого скольжения. Натяжение ленты в зоне совместного движения может быть невелико, если жёсткость ленты меньше жёсткости цепи. Это обстоятельство может быть использовано для ограничения натяжения ленты на криволинейном уча-

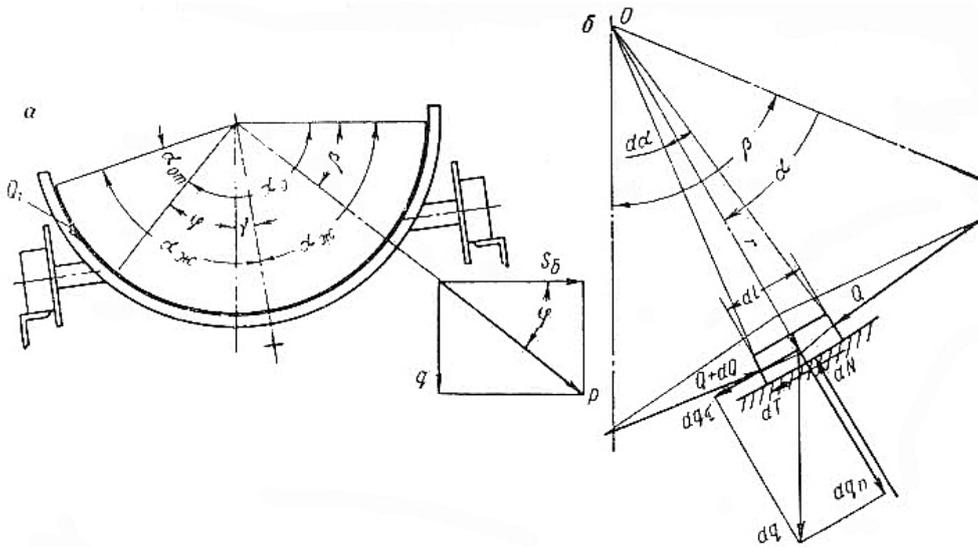


Рис. 1. Расчетная схема к определению устойчивости ленты от бокового схода: а – поперечное сечение повёрнутой опоры; б – схема сил на элементарном участке ленты

стке с целью обеспечения её устойчивости от бокового схода.

Найдём условия, при которых обеспечивается отсутствие бокового схода ленты, лежащей на ходовой опоре.

Наихудшим расчётным случаем является отсутствие груза на ленте, по этому будем рассматривать только устойчивость порожней ленты.

Примем следующие допущения: 1) пренебрегаем изгибной жёсткостью ленты, т.е. ленту считаем абсолютно гибкой в поперечном направлении; 2) пренебрегаем перераспределением натяжений в поперечном сечении ленты. В следствие её изгиба в горизонтальной плоскости. Тогда величину боковой силы S_b при движении по кривой с радиусом R и при шаге между траверсами l_t можно представить в виде распределённой по дуге ленты горизонтальной нагрузки:

$$S_b = \frac{S l_t}{R}, RB$$

где S – натяжение ленты на криволинейном участке; B – ширина ленты.

Равнодействующее давление p – есть сумма давления ленты на траверсу от её собственного веса q и S_b .

Направление p определяется углом φ :

$$\varphi = \text{arctg } q/S_b = \text{arctg } q_l B/S.$$

Если угол $\varphi < \alpha_j - \gamma$, то внешний край ленты (по отношению к центру кривизны) потеряет контакт с траверсой на дуге, которую определяет угол $\alpha_{от}$:

$$\alpha_{от} = \alpha_j - \varphi - \gamma,$$

где α_j – угол жёлоба ленты; γ – угол разворота траверсы в вертикальной плоскости.

Действие, потерявшее контакт с траверсой части ленты, можно представить в виде приложенной касательной силы

$$Q_1 = pr\alpha_{от}.$$

Рассмотрим равновесие участка ленты, лежащей на траверсе.

Выделим на ленте элементарный участок длиной dl (рис. 1, б) и рассмотрим условие равновесия этого участка. Разность усилий dQ уравновешена элементарной силой трения dT и касательной, составляющей веса ленты dq_t :

$$dQ = dT + dq_t,$$

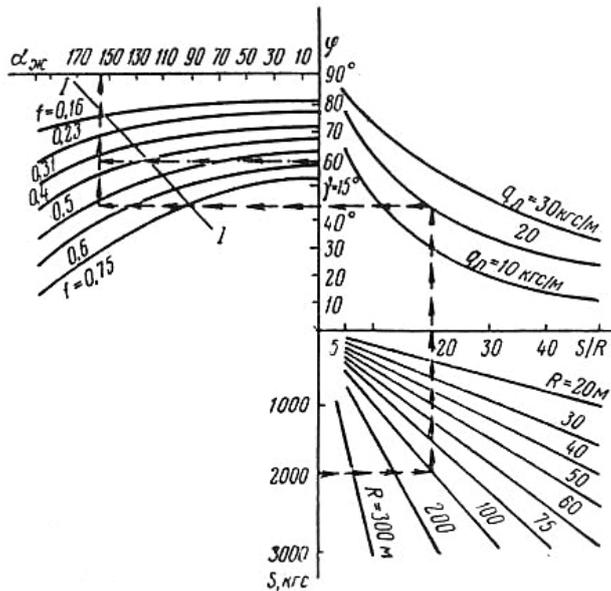


Рис. 2. Номограмма для определения параметров изгибающегося ленточного конвейера с поворотным устройством

Если значения угла желоба ленты $\alpha_{ж}$ и угла φ , определяющего направление равнодействующего давления p , таковы, что внешний край ленты теряет контакт с траверсой, то при

$$\alpha = \alpha_0, \quad \beta = \alpha_0 - 90^\circ, \quad Q_1 = = pr\alpha_{от}$$

и из уравнения (2) можно определить коэффициент устойчивости ленты от бокового схода

$$k = \frac{2f (1 - e^{f\alpha_0} \cos \alpha_0) - (1 - f^2) e^{f\alpha_0} \sin \alpha_0}{\alpha_{от} (1 + f^2)} \quad (3)$$

В тех случаях, когда значения $\alpha_{ж}$ и β таковы, что отрыв внешнего края ленты от траверсы отсутствует, сила $Q_1 = 0$ и условие устойчивости находим из уравнения (2):

$$\frac{1 - f^2}{2f} = \frac{\sin(\beta - \alpha) - e^{f\alpha} \sin \beta}{\cos(\beta - \alpha) - e^{f\alpha} \cos \beta} \quad (4)$$

Так как зависимости (3) и (4) не удаётся преобразовать к явному виду относительно искомых величин коэффициента трения и угла желоба ленты и решения приходится получать методом подбора, для упрощения выбора параметров строят номограмму, показанную на рис. 2.

Путь нахождения необходимых параметров показан стрелками. По заданному натяжению номограммы ($S = 2000$ кгс) необходимо провести горизонтальную линию до пересечения с прямой, соответствующей заданному радиусу поворота R , затем вертикальную линию до пересечения с кривой, соответствующей заданному значению $q_{л}$, затем горизонтальную линию влево до пересечения с семейством кри-

где $dT = dNf = (2Q \sin d\alpha/2 + dq_n) f$; f – коэффициент трения между лентой и траверсой.

Поскольку значение угла $d\alpha$ мало, можно написать:

$$dT = Qf d\alpha + dq_n f.$$

Так как

$$dq = qdl = qr d\alpha,$$

то

$$dq_{\tau} = qr \sin(\beta - \alpha) d\alpha$$

и

$$dq_n = qr \cos(\beta - \alpha) d\alpha.$$

Окончательно имеем

$$dQ = fQ d\alpha + [qrf \cos(\beta - \alpha) + qr \sin(\beta - \alpha)] d\alpha,$$

откуда

$$dQ/d\alpha - Qf = qr [\sin(\beta - \alpha) + f \cos(\beta - \alpha)]. \quad (1)$$

Решая это уравнение с учётом того, что $Q = 0$ при $\alpha = 0$, получим

$$Q = pr/1 + f^2 \cdot \{(1 - f^2) [\cos(\beta - \alpha) - e^{f\alpha} \cos \beta] - 2f [\sin(\beta - \alpha) - e^{f\alpha} \sin \beta]\}. \quad (2)$$

вых, показывающих связь между углом действия суммарного давления φ и углом жёлоба $\alpha_{ж}$ при различных коэффициентах трения f . По заданному значению f находим необходимый угол жёлоба $\alpha_{ж}$ или оцениваем необходимые значения f при различных углах $\alpha_{ж}$, т.е. при различных радиусах жёлоба траверсы.

Чтобы оценить, как изменятся необходимые значения f и $\alpha_{ж}$ при развороте траверсы вертикальной плоскости на угол γ , необходимо после пересечения с осью φ увеличить его найденное значение на величину угла γ ,

так как разворот траверсы аналогичен увеличению угла действия суммарного давления.

Можно решить обратную задачу: при заданных $\alpha_{ж}$ (заданный радиус траверсы) и коэффициенте сцепления определить допустимые определения ленты при определённом радиусе поворота трассы конвейера или определить допустимый радиус поворота по заданному максимально возможному натяжению ленты на участке поворота.

Линия $I-I$ на графиках рис. 2 есть граница, слева от которой внешний край ленты теряет на некоторой дуге контакт с траверсой.

Коротко об авторах

Кулешов В.Г. – старший преподаватель, кафедра «Горная механика и транспорт», Московский государственный горный университет.

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

<i>Автор</i>	<i>Название работы</i>	<i>Специальность</i>	<i>Ученая степень</i>
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ			
КАЛУГИН Евгений Владимирович	Повышение эффективности энергообеспечения буровых работ на основе комплексного решения вопросов электро- и теплоснабжения	25.00.14	к.т.н.
СОРОКИН Леонид Александрович	Разработка расширяющихся тампонажных цементов для повышения качества цементирования скважин в интервале температур 60–120°	25.00.14	к.т.н.
ТИМОШЕНКО Наталья Владимировна	Обоснование методики инвестиционного проектирования дражных приисков с применением рисканализа и процедуры	25.00.21	к.т.н.

	дисконтирования		
--	-----------------	--	--