

М493341

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧИЛИЩЕ имени Н. Э. БАУМАНА

На правах рукописи

КАНАХИН Амантай Утебаевич

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА
И ВЫБОРА ШАГА РАССТАНОВКИ
РОЛИКОВЫХ ОПОР ЛЕНТОЧНЫХ
КОНВЕЙЕРОВ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ЖЕЛОБЧАТОЙ
ЛЕНТЫ**

05.05.05 подъемно-транспортные машины

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МОСКВА — 1989

Работа выполнена в Казахском ордена Трудового Красного
Знамени политехническом институте имени В.И.Ленина

Научный руководитель – доктор технических наук,
профессор Джиенкулов С.А.

Научный консультант – кандидат технических наук,
доцент Колобов Л.Н.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Зенков Р.Л.
кандидат технических наук,
доцент Белкин А.Е.

Ведущая организация – Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский
угольный институт (КНИУИ)

Защита диссертации состоится "27" февраля 1989 г.
в 14 ³⁰ часов на заседании специализированного Совета
К 053.15.16 _____ ие имени
Н.Э.Баумана 5.

С диссертацией
им. Н.Э.Ба

Автор

Ваши
высылать 1

, просьба

41493341

Учен
специализи
доктор те

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено: "Расширить использование конвейерных ... и других непрерывных видов промышленного транспорта. ... снизить в двенадцатой пятилетке удельную металлоемкость машин и оборудования на 12–18 процентов".

В настоящее время одним из наиболее развитых непрерывных видов транспорта является конвейерный, область применения которого все более и более расширяется.

Объем перевозок грузов непрерывными видами транспорта, в том числе конвейерным, увеличился за одиннадцатую пятилетку на 1 млрд тонн (3,3...4,3), т.е. на 30 %. Этот прирост больше, чем у железнодорожных (25 %) и автомобильных (14,8 %) перевозок.

Характерной тенденцией современного развития ленточных конвейеров в СССР и за рубежом является значительное увеличение их производительности, длины и мощности, что связано с увеличением грузопотоков и расстояний перемещения материалов. На горных предприятиях СССР эксплуатируются конвейерные линии длиной 10 км и более, а в мировой практике известны конвейерные линии до 100 км.

Увеличение длины конвейеров связано с ростом количества рядовых роликовых опор на одном ставе, металлоемкость которых составляет, в среднем, 60 % от веса металлоконструкций всего конвейера.

Наиболее перспективным путем снижения металлоемкости конвейеров является использование переменного (увеличивающегося по мере возрастания натяжения ленты) шага их расстановки.

Увеличение расстояний между роликовыми опорами должно быть регламентировано, так как оно при слишком большом шаге может привести к преждевременному выходу из строя роликов и ленты.

Наметившаяся тенденция укрупнения основных параметров конвейеров неразрывно связана с решением ряда задач теоретического и практического характера, одной из которых является разработка методики выбора и расчета шага расстановки рядовых роликовых опор на прямолинейных участках ленточных конвейеров с учетом изменения геометрической формы желобчатой ленты.

Цель работы. Повышение эффективности эксплуатации и сниже-

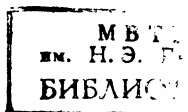
I

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1493341

Канахин А.У. Разработка мет



ние металлоемкости ленточных конвейеров путем разработки методики расчета и выбора шага расстановки роликовых опор на прямолинейных участках конвейерных установок с учетом изменяющейся по трассе геометрической формы желобчатой ленты.

Методы исследований. В работе применяется комплексный метод, включающий анализ научных исследований; математическое моделирование; численные методы решения систем нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных; технико-экономический анализ.

Научная новизна. Разработана методика расчета и выбора шага расстановки рядовых роликовых опор на прямолинейных участках става ленточных конвейеров с учетом изменения геометрической формы желобчатой ленты;

- разработан критерий по выполаживанию ленты между рядовыми роликовыми опорами конвейера;
- предложен и реализован метод определения допустимых и действующих значений выполаживания конвейерной ленты;
- получено уравнение срединной поверхности ленты, описывающее изменяющуюся по трассе конвейера ее начальную геометрию.

Практическая ценность и реализация работы. Установлено влияние конструктивных и эксплуатационных параметров конвейеров общего назначения на выполаживание ленты. Разработана инженерная методика и построены номограммы расчета и выбора шага расстановки рядовых роликовых опор на прямолинейных участках става конвейера с учетом изменения геометрической формы ленты.

Использование полученных в работе результатов позволяет повысить эффективность эксплуатации конвейерных установок и снизить их металлоемкость на 15...18 %.

Методика расчета и выбора шага расстановки роликовых опор ленточных конвейеров с учетом изменения геометрической формы желобчатой ленты может быть использована не только при проектировании и изготовлении новых, но и при реконструкции действующих конвейерных установок.

По этой методике рассчитаны и реконструированы конвейеры, находящиеся в эксплуатации на Ново-Джамбулском фосфорном заводе (НДФЗ) всесоюзного объединения "Союзфосфор", Балхашском горно-металлургическом комбинате (БМК), на центральной, обогатительной фабрике производственного объединения "Каратау" (ЦОФ ПО "Каратау")

и на центральной обогатительной фабрике Акчатауского горно-обогатительного комбината (ЦОФ Акчатауского ГОКа).

Апробация работы. Основные положения и результаты работы доложены на XVI, XVII, XVIII научно-технических конференциях КазПТИ им. В.И. Ленина (Алма-Ата, 1982-1984 гг.); техническом совете НДФЗ (Джамбул, 1984 г.); всесоюзной конференции "Новое в подъемно-транспортной технике" (Москва, 1985 г.); всесоюзной конференции "Проблемы развития и совершенствования подъемно-транспортной техники" (Красноярск, 1988 г.); научно-технических семинарах кафедр "Подъемно-транспортные машины" КазПТИ им. В.И. Ленина (Алма-Ата, 1986, 1988 гг.); "Подъемно-транспортные машины" (РК-4) МВТУ имени Н.Э. Баумана (Москва, 1988 г.).

Публикации. По результатам исследований опубликовано десять научных работ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав с выводами, заключения, списка использованной литературы из 110 наименований и приложения. Работа изложена на 100 страницах машинописного текста, содержит 53 рисунка, 17 таблиц и 31 страницу приложения.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации.

В I главе рассмотрено состояние вопроса, сформулированы цель и задачи исследований; выбрана методика проведения исследовательских работ.

Проведен обзор научных исследований А.О. Спиваковского, Р.Л. Зенкова, Н.Я. Биличенко, С.А. Панкратова, Л.И. Чугреева, Л.Г. Шахмейстера, В.К. Дьячкова, Л.Н. Колобова, П.Н. Платонова, С.А. Дженкулова, В.Г. Дмитриева, Г.Г. Кожушко и др. по выбору шага расстановки роликовых опор, по выполаживанию ленты и по напряженно-деформированному ее состоянию. Установлено, что одним из основных параметров, влияющих на технико-экономические и эксплуатационные показатели использования ленточных конвейеров, является шаг расстановки роликовых опор по трассе конвейера. В существующих методах расчета ленточных конвейеров не учитывается изменение геометрической формы ленты, а шаг рядовых роликовых опор принимается постоянным.

В настоящее время отсутствуют удовлетворительные критерии по выполаживанию конвейерной ленты, которое связывают, в основном, с просыпью перемещаемого на ней груза. Недостаточно исследовано влияние конструктивных и эксплуатационных параметров конвейеров на процесс выполаживания желобчатой ленты.

Исходя из вышеизложенного сформулирована цель исследований и задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

- исследовать начальную геометрию срединной поверхности ленты;
- описать напряженно-деформированное состояние движущейся желобчатой ленты с учетом изменяющейся по трассе конвейера ее геометрической формы;
- определить нагрузки на ленту от перемещаемого на ней груза;
- разработать критерий по выполаживанию конвейерной ленты в промежутках между рядовыми роликовыми опорами;
- исследовать влияние конструктивных и эксплуатационных параметров конвейеров на процесс выполаживания ленты;
- провести сравнительный технико-экономический анализ основных показателей использования конвейеров с традиционной схемой и с переменным шагом расстановки роликовых опор;
- разработать методику расчета и выбора шага расстановки рядовых роликовых опор на прямолинейных участках става ленточных конвейеров с учетом изменения геометрической формы желобчатой ленты.

Во второй главе рассмотрены вопросы, относящиеся к напряженно-деформированному состоянию конвейерной ленты, представленной в виде многоволновой пологой оболочки двоякой кривизны.

Для полного описания напряженно-деформированного состояния оболочки необходимо иметь четыре функции:

- для срединной поверхности оболочки при начальном нагружении от собственного веса;
- для срединной поверхности оболочки при расчетном нагружении;
- для связи между напряжениями и деформациями оболочки;
- для описания нагрузок, переводящих оболочку из состояния, выраженного функцией при начальном нагружении в напряженно-деформированное состояние, выраженное функцией при расчетном нагружении.

В соответствии с этим, теоретические исследования в этой главе построены в следующей последовательности.

Найдена функция, удовлетворительно аппроксимирующая изменяющуюся по трассе конвейера начальную (под действием собственного веса) геометрическую форму ленты. Полученное уравнение срединной поверхности начальной геометрической формы ленты имеет вид

$$Z = \begin{cases} -\alpha \left\{ 1 - 2 \left[\left(\frac{b_k^* x_k}{\rho_{pk}^* K_{\beta k}^*} \right)^2 + \left(\frac{y_k}{B_k^*} \right)^2 \right] \right\} - \alpha_1 \left[1 - 4 \left(\frac{y_k}{B_k^*} \right)^2 \right] - \alpha_2, & -\frac{\rho_{pk}^*}{2} \leq x \leq \frac{\rho_{pk}^*}{2}; \\ z \left[\sqrt{1 - \left(\frac{2x_k - \rho_{pk}}{2z} \right)^2} - 1 \right] + \alpha_2 \left[4 \left(\frac{y_k}{B_k^*} \right)^2 - 1 \right], & x \geq \frac{\rho_{pk}^*}{2}, x \leq -\frac{\rho_{pk}^*}{2}, \end{cases} \quad (I)$$

где α - величина максимального провеса ленты на K -том участке конвейера; α_1 - высота подъема края срединной поверхности ленты на наклонных роликах относительно горизонтального ролика;

α_2 - проекция дуги обхвата лентой ролика на вертикальную плоскость, перпендикулярную оси конвейера; ρ_{pk} - расстояние между роликовыми опорами; $K_{\beta k}^*$ - коэффициент, учитывающий смещение положения максимального провеса ленты в сторону нижележащей роликовой опоры при изменении угла наклона конвейера к горизонту; B_k^* - проекция ширины ленты в месте максимального ее провеса на горизонтальную плоскость; B_k' - проекция ширины ленты, лежащей на роликовой опоре на горизонтальную плоскость; z - радиус ролика роликовой опоры; K - порядковый номер участка трассы конвейера.

Здесь

$$b_k^* = (B_k' / B_k^*), \quad \rho_{pk}^* = \rho_{pk} - \Xi_k,$$

где Ξ_k - проекция дуги обхвата лентой ролика на горизонтальную плоскость.

Выведены дифференциальные уравнения установившегося движения желобчатой ленты, которые описывают изменяющееся ее напряженно-деформированное состояние в промежутках между роликовыми опорами. Замена непрерывной модели ленты на дискретную позволила определить нагрузки на ленту в каждом узле ее модели. Выражение, описывающее нагрузки на ленту P_i от перемещаемого на ней груза, имеет вид

$$P_i = 0,25 \rho g \int_{x_i}^{x_i + S_x} \int_{y_i}^{y_i + S_y} (C_n \operatorname{tg} \varphi_n + \operatorname{tg} \varphi_s) (B_i^2 - 4y^2) / B_i \left[1 + \frac{c^* y^2}{\left(\frac{B_i}{2 \operatorname{tg} \varphi_s} \right)^2 + y^2} \right] dx dy, \quad (2)$$

где ρ - насыпная плотность груза; g - ускорение свободного падения; φ_n - угол насыпки груза в движении; C_n - коэффициент, учитывающий изменение площади сечения груза при изменении угла наклона конвейера к горизонту; φ_s - угол выполаживания ленты; S_x, S_y - шаг сетки по осям x, y ; B - хорда параболического сегмента площади сечения груза; C^* - коэффициент, учитывающий подвижность частиц груза. Причем в вертикальных составляющих нагрузки учтены колебания ленты с грузом.

Разработан метод решения задачи для напряженно-деформированного состояния конвейерной ленты при следующих допущениях:

- поперечное смещение ленты не учитывается;
- лента деформируется как однослойная оболочка, а не как слоистая композитная конструкция;
- груз не имеет перемещений относительно ленты.

В третьей главе исследовано изменение геометрической формы ленты (выполаживание) на прямолинейных участках ленточных конвейеров общего назначения.

Выполаживание ленты влияет на величину возникающих в ней напряжений, долговечность, энергоемкость перемещения грузов и, в конечном счете, на эффективность использования ленточных конвейеров в целом.

Ограничение срока службы ленты во многих случаях определяется не уменьшением разрывной прочности тягового каркаса, а износом обкладок ленты, отслоением обкладки от каркаса, расслоением прокладок.

Большое влияние на долговечность ленты оказывают напряжения, возникающие в ней на роликовых опорах. Чем больше выполаживание, тем выше напряжения.

Расслоение прокладок, вследствие явления усталости, приводит к снижению работоспособности тягового каркаса из-за попадания влаги, частиц перемещаемого груза и воздуха. Расслоение прокладок также приводит к уменьшению цилиндрической жесткости ленты, что влечет за собой увеличение ее выполаживания в середине между опорами и, как следствие, повышение величины напряжений в ленте. Процесс разрушения ленты носит прогрессирующий характер.

В связи с этим за критерий по выполаживанию ленты предложено принимать величину наибольшего прогиба ее краев в пролетах

между рядовыми роликowymi опорами, при котором максимальные напряжения, возникающие в ленте на роликowych опорах не превысят допустимых, при которых лента сможет наработать гарантийный срок своей эксплуатации.

Установлено, что за время эксплуатации лента испытывает больше, чем 10^6 циклов перегиба, поэтому за допустимое напряжение при проходе лентой роликowych опор принят предел ее усталости.

Анализ научных исследований П.В.Яковлева, П.Бьяжи, Г.И.Плешакова, В.И.Морева, В.П.Головань, Р.Ж.Тожиева показал, что за предел усталости ленты при циклическом нагружении можно принять: для лент с каркасом на хлопчатобумажной основе – 30 %, на основе полиэфирных волокон – 50 % и на основе полиамидных волокон – 60% от предела прочности ленты на разрыв.

Основываясь на вышеизложенном разработана методика, алгоритм и реализована программа определения критического выполаживания конвейерной ленты.

В результате численного решения на ЭЦМ нелинейных дифференциальных уравнений установившегося движения ленты получены зависимости и аппроксимирующие формулы критического и действующего выполаживания ленты от конструктивных и эксплуатационных параметров ленточных конвейеров.

Четвертая глава посвящена экспериментальной апробации теоретических положений. Эксперименты проведены на лабораторной установке и на ленточных конвейерах, находящихся в эксплуатации.

На лабораторном стенде установлено, что погрешность аппроксимация ленты математической оболочечной моделью типа эллиптического параболоида не превышает 8 %.

В производственных условиях, с целью получения сравнительных данных, эксперименты проведены на одних и тех-же установках сначала с постоянным, а затем с переменным шагом роликowych опор. Максимальное расстояние между роликowymi опорами составляло 2,052 м.

Методика экспериментального определения выполаживания движущейся ленты основана на теории планирования многофакторного эксперимента.

В соответствии с методикой разработан и изготовлен прогибомер оригинальной конструкции, представляющий собой подпружиненный снизу шток, на одном конце которого имеется ролик, взаимодействующий

юший с движущейся поверхностью ленты, на другом — тяга с лапкой, связанная с порядком резистора переменного сопротивления, входящего в схему транзисторного компенсационного стабилизатора напряжения, с которого универсальным цифровым вольтметром снимаются показания, пропорциональные перемещению штока. Скорость движения ленты измерялась часовым тахометром, а нагрузки на ленту — с помощью специальной измерительной роликовой опоры.

Расхождение результатов экспериментальных и теоретических исследований не превышает 19 %. Это дает основание считать, что принятые при теоретических исследованиях положения достаточно полно отражают реальный процесс перемещения груза и полученные теоретическим путем зависимости могут быть рекомендованы для практических расчетов.

Установлено, что наибольшее влияние на уровень напряжений в ленте и, следовательно, на ее усталостную выносливость, оказывает прогиб края ленты в месте наибольшего ее провеса. Поэтому, при выборе расстояний между рядовыми роликовыми опорами необходимо, чтобы прогибы в этих точках не превышали допустимых.

В пятой главе произведен анализ технико-экономических показателей конвейеров с традиционной схемой и с переменным шагом расстановки роликовых опор. Доказана экономическая целесообразность использования последних.

Основными факторами, характеризующими экономическую эффективность использования конвейеров с переменным шагом роликовых опор (ППР) являются:

- уменьшение металлоемкости и стоимости конвейера, благодаря снижению количества роликовых опор на рабочей ветви;
- уменьшение амортизационных отчислений на конвейер;
- повышение долговечности ленты за счет улучшения условий ее работы;
- уменьшение эксплуатационных расходов и стоимости транспортирования грузов.

К основным факторам, влияющим на выбор расстояний между роликовыми опорами конвейера можно отнести: прочность ленты, условия ее провеса и проскальзывания, долговечность подшипников и жесткость осей роликов, выполаживание ленты.

Разработана методика выбора и расчета шага расстановки роли-

ковых опор с учетом изменения геометрической формы (выползаживания) ленты. Построены номограммы.

Согласно этой методики:

1. В соответствии с оуществующими в настоящее время нормами, выбирается шаг роликовых опор на рабочей ветви ленты - ℓ_{mn} и расстояния между роликовыми опорами холостой ветви - ℓ_{ph} . Определяются погонные нагрузки от массы конвейерной ленты, перемещемого на ней груза, от массы вращающихся частей роликовых опор рабочей и холостой ветвей. Подсчитываются силы сопротивления движению конвейерной ленты всего конвейера и его рабочей ветви, а также сила натяжения ленты у приводного барабана - S_m .

2. По методике КазПТИ им.В.И.Ленина определяется шаг рядовых роликовых опор в месте максимального натяжения ленты из условия ее "прочности", "провеса" и "проскальзывания" (рис. 1).

$$\ell_m = c \cdot \ell_{mn} \left[1 - W_{py} / (W_{oy} K_\alpha) \right]^{-\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

где c - поправочный коэффициент, учитывающий влияние увеличенного шага роликовых опор на величину провеса ленты; W_{py} - удельное сопротивление движению рабочей ветви ленты конвейера; W_{oy} - удельное сопротивление движению рабочей и холостой ветвей конвейера; K_α - коэффициент, зависящий от схемы привода.

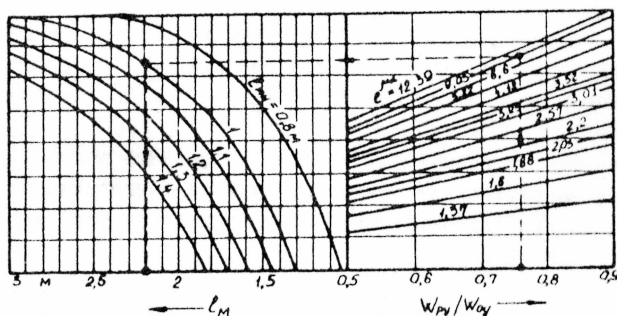


Рис. 1. Номограмма выбора шага расстановки роликовых опор из условия прочности, провеса и проскальзывания ленты

Для конвейеров со сложной (ломаной) трассой, расстояния между роликowymi опорами в местах с наибольшим натяжением ленты на отдельных участках става, определяются по формуле

$$\ell_m^m = c \cdot \ell_{mn} \sqrt{S_m^m / [S_m (1 - \sum_1^m w_{py} / \sum_1^m w_{oy} / k_a)]}, \quad (4)$$

где m - номер прямолинейного участка трассы конвейера; ℓ_{mn}^m - расстояние между роликowymi опорами рабочей ветви в месте минимального натяжения ленты на m -ном участке; S_m^m - максимальное натяжение ленты на m -ном участке; S_m - максимальное натяжение ленты всего конвейера; $\sum_1^m w_{py}$ - суммарное удельное сопротивление движению рабочей ветви на m -ном участке конвейера; $\sum_1^m w_{oy}$ - суммарное удельное сопротивление движению ленты на рабочей и холостой ветвях на m -ном участке. За минимальное расстояние между роликowymi опорами каждого последующего участка следует принимать максимальное расстояние между роликowymi опорами предыдущего участка.

3. По методике ГПКИ "Союзпроммеханизация" определяется максимальный шаг роликowych опор с учетом "несушей способности" роликов (рис. 2)

$$\ell_m = i,43 P / (q_{rp} + q_a), \quad (5)$$

где P - меньшее из значений допускаемых нагрузок по долговечности подшипника и по жесткости оси ролика; q_{rp} - погонная нагрузка от массы перемещаемого груза; q_a - погонная нагрузка от массы ленты.

4. Меньшее из полученных в пп. 2,3 значений шагов ℓ_m проверяется по выполаживанию ленты с учетом ее долговечности.

Проверка на "выполаживание" производится по формулам:
- для ленты типа БЖН-150

$$\ell_m^m = 0,017 (S_q^m + 15,9) + \left\{ 0,41 - (0,008 S_q^m - 0,248)^2 - (0,167 V_1 - 0,2)^2 [0,18 + (0,564 - 0,008 S_q^m)^2] \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (6)$$

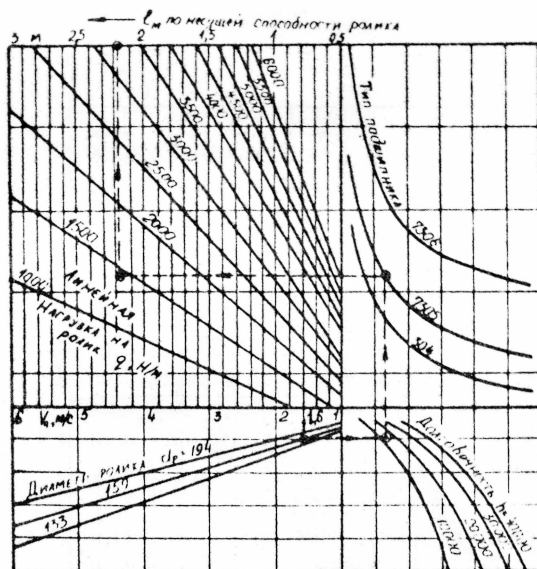


Рис. 2. Номограмма выбора шага расстановки роликовых опор по "несущей способности" роликов

- для ленты типа ITA-300

$$l_m^m = 0,015(S_q^m + 42) + \left\{ 0,467 - (0,008 S_q^m - 0,594)^2 - (0,149 V_1 - 0,183)^2 [0,17 + (0,5 - 0,007 S_q^m)^2] \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (7)$$

- для ленты типа ITK-400

$$l_m^m = 0,016(S_q^m + 28,8) + \left\{ 0,435 - (0,008 S_q^m - 0,475)^2 - (0,161 V_1 - 0,199)^2 [0,172 + (0,516 - 0,007 S_q^m)^2] \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (8)$$

где V_A - скорость ленты; $S_q^m = S_m^m / (q_{rp} + q_A)$.
или по номограмме, представленной на рис. 3.

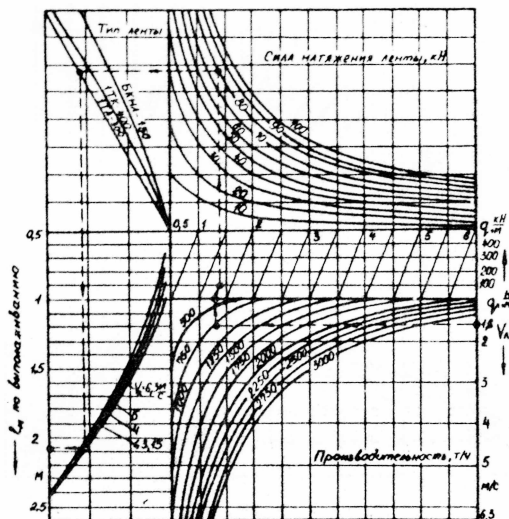


Рис. 3. Номограмма выбора шага расстановки роликовых опор
из условия "выполживания" ленты

Меньшее расстояние между роликовыми опорами, которое прошло по всем показателям, принимается за проектное.

5. Определяется необходимое количество пролетов между рядовыми роликовыми опорами конвейера

$$n_j = 2L / (L_{mn} + L_m), \quad (9)$$

где L - длина конвейерной установки.

Количество пролетов принимается ближайшее большее к расчетному значению. С учетом этого, производится корректировка шага роликовых опор в месте максимального натяжения ленты

$$\ell_m = 2L / n_j - \ell_{mn}. \quad (10)$$

Изменение шага роликовых опор по трассе конвейера описывается зависимостью

$$\ell_j = \ell_{mn} + d(j-1), \quad (j = 1, 2, 3, \dots) \quad (11)$$

где ℓ_j - расстояние между роликовыми опорами на j -том пролете конвейера; j - порядковый номер пролета; d - разность прогрессии.

Расстояние от начала конвейера до j -го пролета определяется по формуле

$$L_j = 0,5j \cdot (\ell_{mn} + \ell_j), \quad (12)$$

а шаг между роликовыми опорами ℓ_k на расстоянии L_k от начала конвейерной установки

$$\ell_k = \sqrt{(\ell_{mn} - 0,5d)^2 + 2L_k d} - 0,5d. \quad (13)$$

6. Ориентировочное уменьшение металлоемкости конвейера

$$m_p = \frac{m_{po} \cdot L}{\ell_{mn}} \cdot \left(\frac{\ell_m - \ell_{mn}}{\ell_m + \ell_{mn}} \right), \quad (14)$$

где m_{po} - масса роликовой опоры.

Относительное увеличение срока службы ленты

$$K_v = 1 + \left(\frac{\ell_m}{\ell_{mn}} - 1 \right) / \left(\frac{\ell_m + \ell_{mn}}{L} \cdot \frac{\Delta h_n}{\Delta h_p} + 2 \right), \quad (15)$$

где Δh_n - износ обкладки ленты в месте загрузки за один оборот;
 Δh_p - износ обкладки ленты при прохождении роликовой опоры.

7. Ожидаемый годовой экономический эффект от использования на конвейере переменного шага расстановки роликовых опор

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_r = 0,01 \left[(a_{am} + a_p) C_p + \frac{a_n (K_v - 1)}{1 + K_v T E_n} C_n \right] + \\ + \left[\left(1 + \frac{a_m + a_n}{100} \right) C_p + m_p C_T \right] E_n, \end{aligned} \quad (16)$$

где C_p – стоимость сэкономленных роликовых опор; $\alpha_{ам}$ – норматив амортизационных отчислений на конвейер; α_p – расходы на ремонт; α_λ – норматив годового расхода ленты; C_λ – стоимость ленты; α_m – расходы на монтаж; $\alpha_{дл}$ – расходы на запасные части; C_T – стоимость транспорта одной тонны массы конвейера; E_n – нормативный коэффициент эффективности; T – срок службы ленты.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в настоящее время нет удовлетворительных критериев по выполаживанию ленты. Кроме того, в существующих методах расчета ленточных конвейеров не учитывается изменение геометрической формы ленты по трассе конвейерных установок.

2. Получено уравнение срединной поверхности ленты, описывающее изменение ее геометрической формы по трассе конвейера. Определены нагрузки на конвейерную ленту от перемещаемого материала с учетом ее выполаживания. Экспериментально определены величины абсолютных модулей упругости некоторых типов резинотканевых лент по основе и утку, необходимые для описания напряженно-деформированного их состояния.

3. Предложен критерий по выполаживанию ленты в промежутках между роликовыми опорами на прямолинейных участках ленточных конвейеров – величина наибольшего прогиба краев ленты между рядовыми роликовыми опорами конвейера, при котором напряжения, возникающие в ней на роликовых опорах, при соответствующем числе циклов их возникновения, позволят наработать ленте гарантийный срок своей эксплуатации. В результате разработан алгоритм, составлена и реализована программа расчета допустимого выполаживания ленты.

4. Получено численное решение системы нелинейных дифференциальных уравнений установившегося движения ленты, представленной в виде многоволновой ортотропной оболочки двоякой кривизны. Это позволило определять изменение прогибов ленты по трассе конвейера в зависимости от силы натяжения и скорости движения ленты, ее типа, нагрузки от перемещаемого материала, расстояния между роликовыми опорами и угла наклона боковых роликов, а также найти значения критического выполаживания ленты в промежутках между рядовыми роликовыми опорами ленточных конвейеров.

5. Исследовано влияние конструктивных и эксплуатационных

параметров ленточных конвейеров на процесс выполаживания ленты. Установлено, что основными параметрами, определяющими выполаживание конвейерной ленты, являются: физико-механические свойства ленты, ее натяжение, шаг расстановки роликовых опор, погонная нагрузка от транспортируемого материала и скорость его перемещения. Выявлено, что превышение некоторого, но, вполне определенного для данной комбинации параметров, расстояния между роликовыми опорами конвейера, приводит к резкому выполаживанию конвейерной ленты.

6. Сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований, выполненных с использованием теории планирования многофакторного эксперимента, показало, что принятие в работе положения достаточно полно отражает реальный процесс перемещения грузов. Таким образом, полученные теоретическим путем зависимости могут быть рекомендованы для практических расчетов.

7. На основании теоретических и экспериментальных исследований получены расчетные формулы, разработана инженерная методика и построены номограммы выбора расстояний между роликовыми опорами ленточных конвейеров с учетом изменения геометрической формы желобчатой ленты. Установлено, что численные значения шага между роликовыми опорами в месте максимального натяжения ленты при средних значениях параметров конвейеров, находятся в интервале от 1,5 до 2,5 м. Основными факторами, ограничивающими расстояния между рядовыми роликовыми опорами, являются: прочность ленты, условия ее провеса и проскальзывания, долговечность подшипников и жесткость осей роликов, выполаживание ленты. Использование конвейеров с ПШР позволит снизить количество роликовых опор на 20...30%, что приведет к уменьшению металлоемкости конвейерных установок до 15...18 %.

8. Доказана экономическая целесообразность использования ленточных конвейеров с обоснованным ПШР. Использование полученных в работе результатов на действующих конвейерах поз. ПТ-156 (НДФЗ), поз. 8,10(БТМК), поз. 13(ЦОФ ПО "Каратау") позволило получить экономический эффект 114 тыс. рублей в год.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Джиенкулов С.А., Джундибаев В.Е., Каняхин А.У. Эффективность использования переменного шага роликсопор на ленточных кон-

вейерах//Промышленный транспорт. - 1983, № II. - С. 15-16.

2. Канахин А.У. Уравнение срединной поверхности ленты ленточных конвейеров//Теория, расчет и исследование подъемно-транспортных машин. - Алма-Ата: КазПТИ, 1984. - С. 35-43.

3. Канахин А.У. Влияние угла наклона конвейера на геометрическую форму ленты//Теория, расчет и исследование подъемно-транспортных машин. - Алма-Ата: КазПТИ, 1984. - С. 87-92.

4. Канахин А.У. Исследование нагрузки на конвейерную ленту от транспортируемого материала//Деп. рук. ВИНТИ. - 1984. - №7(153). - С. 144-145.

5. Джиенкулов С.А., Джундибаев В.Е., Канахин А.У. Экономическая эффективность использования ленточных конвейеров с переменным шагом расстановки роликовых опор//Деп. рук. ВИНТИ. - 1984. - №7(153). - С. 144-145.

6. Канахин А.У. Выполаживание конвейерной ленты в промежутках между роликовыми опорами конвейеров//Расчет, исследование и проектирование транспортирующих и грузоподъемных машин. - Алма-Ата: КазПТИ, 1985. - С. 10-12.

7. Джиенкулов С.А., Канахин А.У., Колобов Л.Н. Выполаживание ленты в промежутках между роликовыми опорами ленточных конвейеров//Новое в подъемно-транспортной технике: Тез. докл. Всесоюзной конференции. - Москва, 1985. - С. 41.

8. Джиенкулов С.А., Канахин А.У., Каженова М.Г. Метод определения выполаживания конвейерной ленты//Расчет, исследование и проектирование транспортирующих и грузоподъемных машин. - Алма-Ата: КазПТИ, 1986. - С. 3-6.

9. Канахин А.У. Методика экспериментального определения прогибов конвейерной ленты//Теория и технология подъемно-транспортных машин. - Алма-Ата: КазПТИ, 1987. - С. 17-22.

10. Джиенкулов С.А. и др. Перспективы развития машин непрерывного транспорта//Проблемы развития и совершенствования подъемно-транспортной техники: Тез. докл. Всесоюзной конференции/С.А. Джиенкулов, М.Х. Саргужин, А.У. Канахин и др. - Красноярск, 1988. - С. 184.

Подписано в печать 29. 12. 88г. Формат 60х84 1/16. Тир. 100 экз.
УГ № 155/33. Заказ № 138.

Типография оперативной печати производственного объединения
полиграфических предприятий "КІТАП" Государственного комитета
Казахской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
г. Алма-Ата, ул. К. Маркса 15/1.