УДК 621.867.2

Д.Е.ЛУНЕВ
аспирант кафедры горных транспортных машин

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНВЕЙЕРА С ПОДВЕСНОЙ ЛЕНТОЙ

В статье рассмотрен новый тип конвейерного транспорта – конвейер с подвесной лентой, преимущества перед стандартными конвейерами и основные направления совершенствования. Особое внимание уделено задаче установления закономерностей формирования профиля поперечного сечения ленты в зависимости от характера ее заполнения транспортируемым грузом. Приведены результаты экспериментов, показывающие значительную зависимость несущей способности ленты (вместительности желоба) от угла откоса груза, а также наиболее эффективное ее использование для большинства грузов при расстоянии между направляющими, составляющем 75 % от ее ширины. Рекомендована аппроксимирующая зависимость, описывающая контур загруженной ленты в поперечном сечении.

In this article the new type of belt conveyors – conveyor with a pendant belt, its advantages in comparison with standard conveyors and main trends of its developing are described. Main attention is paid for the aim of determination of the regularities of the cutout forming in dependence on the way of its loading by the transported cargo. The results of the experiments, showing that the belt's carrying ability (capacity of the gutter) to a considerable extent depends on the cargo's angle of scope, and also that for the most types of loads the carrying ability is used most effectively when the distance between the guide ways is about 75 % of the belt's width. Approximating dependence describing the contour of the cutout of the loaded belt is also given.

Конвейеры с подвесной лентой – относительно новый вид конвейерного транспорта, приобретающий все большую популярность благодаря своим неоспоримым преимуществам, связанным с принципиально иной схемой опирания ленты. Наиболее значимыми для повышения экономических и технических характеристик ленточных конвейеров среди указанных преимуществ являются следующие:

- уменьшенная энергоемкость транспортирования груза;
- отсутствие боковых смещений ленты;
- снижение просыпи транспортируемого груза;
- уменьшенное загрязнение рабочей поверхности ленты;
- высокая несущая способность ленты по всей ее длине;
- низкий радиус поворота ленты в горизонтальной плоскости без необходимости применения направляющих роликов;
- возможность изменения конфигурации поперечного сечения ленты от форм малой желобчатости до трубчатых форм.

Вместе с тем ввиду относительной новизны и с учетом высокой технической прогрессивности данного вида транспорта, конвейеры с подвесной лентой подлежат дальнейшей научной и конструкторской проработке. Прежде всего, это касается опорных узлов, так как принципиально иная схема опирания ленты по сравнению с традиционными ленточными конвейерами предполагает отличные от стандартных условия работы как самой ленты, так и ее опорных узлов. Первоочередные задачи модернизации опорных узлов: снижение износа в процессе эксплуатации, увеличение несущей способности, снижение энергоемкости транспортирования.

Другая, не менее важная задача – обоснование параметров переходного участка

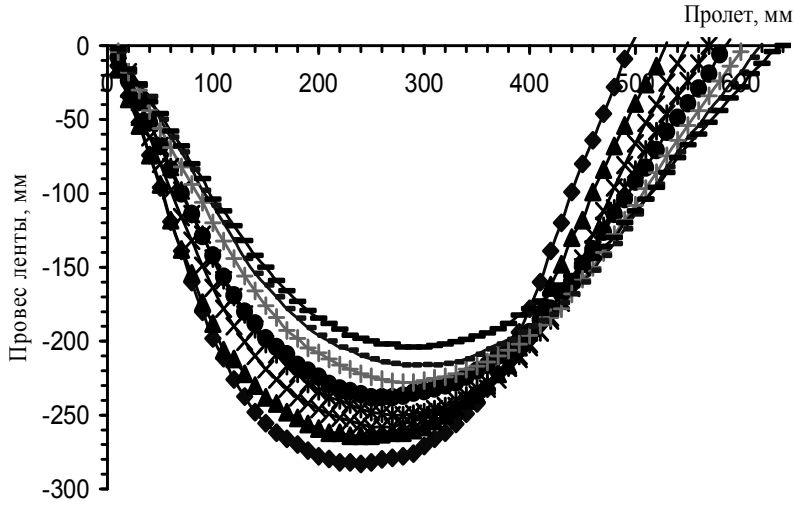


Рис.1. Профиль ленты при различном пролете между направляющими

конвейера, где происходит выполаживание ленты. Именно в этой зоне лента имеет максимальное поперечное натяжение, нехарактерное для типовых конвейеров. Увеличение предельной скорости ленты конвейеров с подвесной лентой (в настоящее время у конвейеров с подвесной лентой скорость не более 2 м/с) существенно расширит область их применения, поэтому задачу повышения предельной скорости конвейера также можно отнести к первоочередным.

Установление закономерностей формирования профиля поперечного сечения ленты в зависимости от характера ее заполнения транспортируемым грузом позволит с высокой степенью достоверности рассчитывать несущую способность нового типа конвейеров.

Решение изложенных и связанных с ними задач даст возможность разработать методику расчета основных конструктивных и эксплуатационных параметров конвейеров с подвесной лентой, что станет очередным этапом на пути к промышленному освоению новой конструкции конвейера.

На кафедре горных транспортных машин СПГГИ (ТУ) ведутся работы по решению всех перечисленных задач. В настоящей статье будут освещены результаты работ по установлению закономерностей формирования профиля поперечного сечения ленты в зависимости от характера ее заполнения транспортируемым грузом.

Для проведения исследований был изготовлен стенд, имитирующий фрагмент конвейера с подвесной лентой в средней части его груженой ветви. Стенд позволяет фиксировать координаты точек поперечного сечения ленты при различном пролете между направляющими, на которых она закреплена, линейной нагрузке, а также при различных характеристиках самой ленты.

В первой серии экспериментов изменялось только расстояние между направляющими, на которых закреплена лента, а нагрузка и сама лента остались прежними. В качестве сыпучего груза использовался сухой песок массой 40 кг, применялась лента шириной 800 мм типа 2 с шестью прокладками из бельтинга Б-820. Результаты опытов представлены на рис.1.

Кривые на графике расположены в сторону увеличения пролета, каждая из кривых соответствует трем параллельным измерениям. По снятым кривым для каждого расстояния между направляющими рассчитали площади поперечных сечений ленты с грузом. По вычисленным площадям построили график (рис.2) зависимости площади поперечного сечения ленты от расстояния между направляющими, причем в данном случае расстояние выражено в относительных еди-

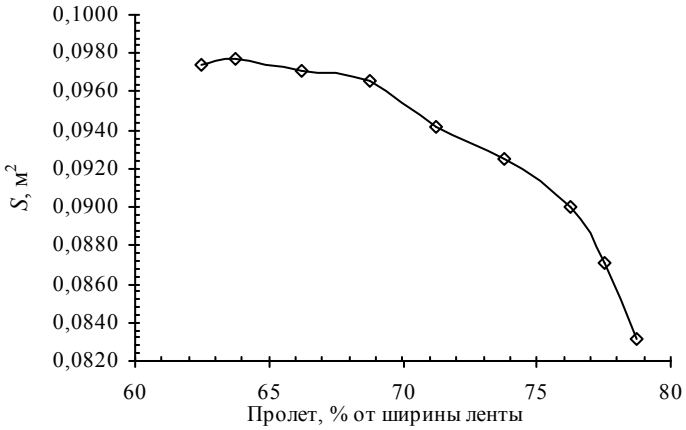


Рис.2. Зависимость площади поперечного сечения груза при его плоской поверхности от пролета ленты

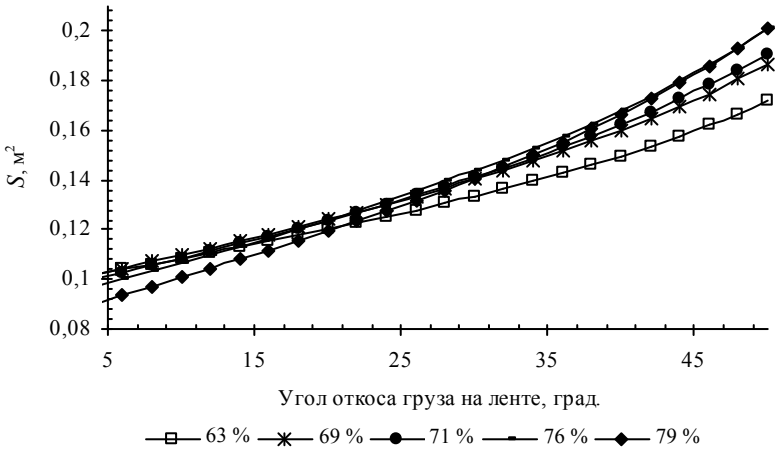


Рис.3. Площадь поперечного сечения груза в зависимости от его угла откоса

ницах в сравнении с шириной ленты для того, чтобы можно было использовать полученные данные для лент других ширин.

Как видно из графика (рис.2), максимальная площадь поперечного сечения наблюдается при пролете около 65 % от ширины ленты. Однако в рассматриваемом случае не учитывается возможность размещения груза над плоскостью, проходящей через края ленты, когда поверхность груза имеет треугольное сечение с углом при основании, равном углу, пропорциональному углу откоса груза. На рис.3 графики построены с учетом этой возможности, каждая кривая соответствует определенному пролету между направляющими. Кривые описывают зависимость поперечного сечения груза от угла откоса для конвейера с подвесной лентой.

Ввиду того, что профиль свободной поверхности груза принимают, как правило, описанным по закону треугольника, большую практическую значимость имеют зависимости, представленные на рис.3. В этом случае наблюдается смещение зоны наиболее эффективного использования ленты в сторону увеличения пролета между направляющими. При этом в большей степени универсальна кривая, соответствующая расстоянию между направляющими в 76 % от ширины ленты. Для грузов с малыми углами откоса она имеет незначительное отклоне-

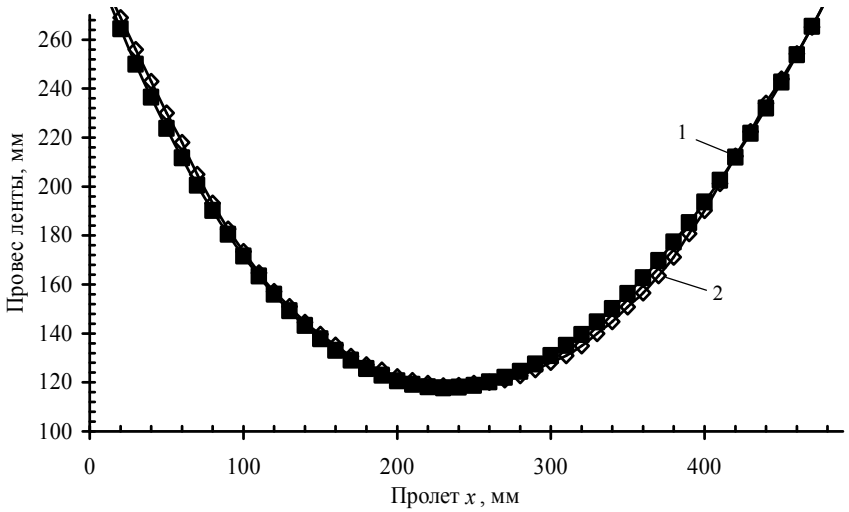


Рис.4. Аппроксимация (1) экспериментальных данных зависимостью вида y_1 (2)

ние от максимальных значений, для грузов со средними (около 15°) и большими значениями, т.е. для большинства грузов, – площадь максимальна.

Однако в расчетах реальных конвейеров для оценки производительности важен и конкретный математический закон, согласно которому формируется профиль ленты при ее загрузке. Однако закономерности, описывающие процесс формирования профиля ленты, довольно трудно поддаются математическому описанию, поэтому было принято решение аппроксимировать опытные данные различными зависимостями:

$$y_1 = a(e^{\frac{x}{b}} + e^{\frac{x}{c}}) + d\ ;\ y_2 = ax^2 + bx + c;\ y_3 =$$

$$= ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e,$$

где *a, b, c, d, e* – коэффициенты.

В опытах было установлено, что профиль ленты в поперечном сечении отличается от параболы и наиболее точно описывается с помощью зависимости вида y_1 (рис.4).

Подбор коэффициентов для различных типов зависимостей входит в задачи дальнейших исследований. На данном этапе можно сделать следующие промежуточные выводы:

1) кривая, описывающая профиль загруженной ленты, отличается от параболы; профиль загруженной ленты с высокой степенью достоверности описывается зависимостью вида $y = a(e^{\frac{x}{b}} + e^{\frac{x}{c}}) + d$;

2) использование уточненной зависимости в расчетах позволит достоверно оценить несущую способность конвейеров с подвесной лентой и определить усилия, действующие на ходовые катки или борта ленты (в зависимости от типа конвейера с подвесной лентой);

3) несущая способность ленты (вместительность желоба) в значительной мере зависит от угла откоса груза;

4) для большинства грузов несущая способность ленты используется наиболее эффективно при расстоянии между направляющими, составляющем 75 % от ее ширины.

Научный руководитель д.т.н. проф. Ю.Д.Тарасов