



# МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭНЕРГЕТИКА

Г.С.Басенок, зав. отделом

Белорусский НИКТИ мясной и молочной промышленности

УДК 637.5.02

## Снижение энергоемкости и повышение грузоподъемности и долговечности технологических конвейеров мясокомбинатов

В статье представлены теоретические расчеты оптимальных параметров грузонесущего устройства в зависимости от нагрузки, удельного давления, угла дорожки качения ролика, формы и соотношений размеров скобы. Приведен пример практического применения расчетов.

Технологические конвейеры мясокомбинатов состоят из подвесных путей с грузонесущими устройствами и механизмов их размещения по подвесному пути, например, цепью с закрепленными на ней толкателями /1/. Наиболее ответственным элементом, влияющим на работу конвейера и его долговечность, является грузонесущее устройство (троллей), представляющее собой охватывающую скобу, между боковыми стенками которой на оси, закрепленной в боковых стенках скобы, установлен ролик с возможностью свободного вращения вокруг оси и на удлиненной стенке в нижней ее части закреплен крюк /2/. На одном мясокомбинате в среднем находится в эксплуатации 8-10 тыс. троллей.

Низкий срок службы ролика обусловлен большими удельными давлениями в соединении ось-ролик и точке контакта ролика с подвесным полосовым путем, а также интенсивным износом и выкрашиванием реборд ролика. Интенсивный износ реборд ролика, а также выкрашивание их объясняется тем, что при цилиндрической дорожке качения ролика невозможно центрировать его в средней вертикальной плоскости полосового пути, поэтому ролик всегда одной из реборд прижат к полосовому пути, при сильном же прижатии (особенно на криволинейных участках полосового пути) происходит выкрашивание реборд ролика. Выкрашивание реборд роликов происходит также при заклинивании их на полосовом пути.

Выполнение дорожки качения 1 (рис.1) ролика 2 V-образной формы обеспечивает самоустановку ролика 2 в средней вертикальной плоскости полосового пути (в том числе и при движении на криволинейных участках), что исключает трение реборд 3 ролика 2 о боковые поверхности полосового пути 4, износ и выкрашивание реборд ролика. Также V-образная форма дорожки качения 1 ролика 2 обеспечивает двухточечный контакт в точках А и В с полосовым путем 4, что снижает удельные давления в точках контакта ролика с полосовым путем и,

Optimal parameter's calculations of load-carrying facilities in dependence of load, specific pressure, form and correlations of cramps dimensions have been stated. It has been given an example of practical application of these calculations.

следовательно, снижает износ дорожки качения ролика и полосового пути. Полностью исключается заклинивание ролика на полосовом пути.

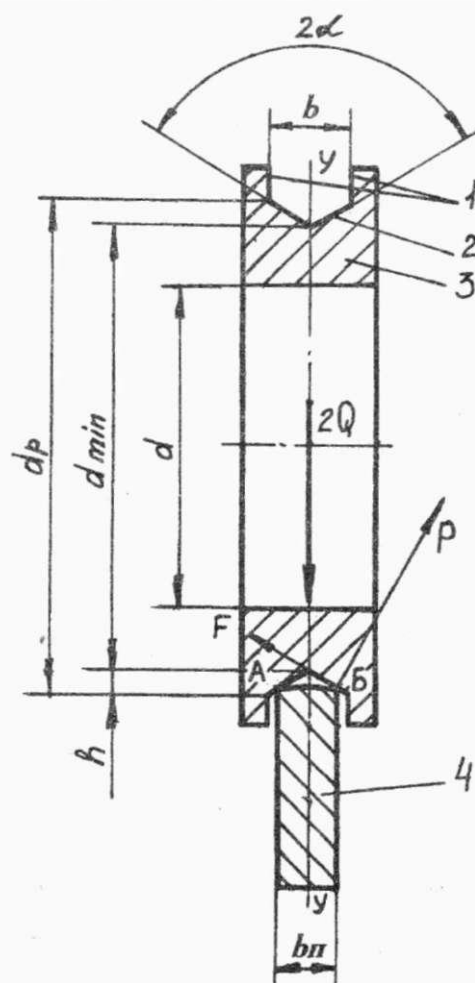


Рис.1. Ролик троллея с дорожкой качения V-образной формы

Параметры ролика  $d_p$ ,  $\alpha$ ,  $d_{\min}$  (рис. 1) связаны зависимостями:

$$\begin{aligned}d_p &= d_{\min} + 2h, \\h &= b/2 \times \operatorname{ctg} \alpha, \\d_p &= d_{\min} + b \times \operatorname{ctg} \alpha,\end{aligned}$$

где  $d_p$  — диаметр ролика троллея;  $d_{\min}$  — минимально допустимый диаметр ролика;  $b$  — ширина V-образной дорожки качения ролика,  $\alpha$  — половина угла V-образной дорожки качения ролика.

Из рисунка 1 следует, что на половину V-образной дорожки качения ролика действует нагрузка  $Q$ , равная половине груза, действующего на троллей, которая разлагается на составляющие  $P$  — давление на сторону V-образной дорожки, действующее перпендикулярно к ней,  $F$  — сила трения, действующая вдоль V-образной дорожки качения ролика.

Спроектировав  $Q$ ,  $P$ ,  $F$ , действующие на одну половину V-образной дорожки качения ролика на ось  $y$ -у

$$-Q + P_y + F_y = 0 \quad (1)$$

и приняв во внимание, что

$$F_y = F \times \cos \alpha = P \times \mu \times \cos \alpha,$$

где  $\mu$  — коэффициент трения ролика троллея с поло-  
совым путем, а

$$P_y = P \times \cos (90^\circ - \alpha) = P \times \sin \alpha,$$

приводим уравнение (1) к виду

$$-Q + P \times \sin \alpha + P \times \mu \times \cos \alpha = 0$$

или

$$\sin \alpha + \mu \times \cos \alpha = Q/P, \quad (2)$$

так как

$$\cos \alpha = 1/\sqrt{1+\mu^2}; \quad \sin \alpha = \mu/\sqrt{1+\mu^2}$$

из уравнения (2) путем умножения левой и правой части уравнения на  $1/\sqrt{1+\mu^2}$  получена формула определения угла  $\alpha$

$$\alpha = \arcsin Q/P \times 1/\sqrt{1+\mu^2} - \arcsin \mu/\sqrt{1+\mu^2}.$$

Минимальный диаметр ролика определен исходя из прочности ролика.

$$d_{\min} = 1,25d + K,$$

где  $d$  — диаметр отверстия ролика,  $K$  — коэффициент износа V-образной дорожки качения и ее восстановления равен 6-12 мм.

Вышеуказанные формулы реализованы в троллее грузоподъемностью 5,0 кН.

Исходя из грузоподъемности и динамических нагрузок до 20,0 кН в троллее использован шарикоподшипник 180305 ГОСТ 8882-75 с наружным диаметром  $d=62$  мм.

Ширина V-образной дорожки качения ролика

$$b = 1,2b_n,$$

где  $b_n$  — толщина полосового пути на мясокомбинатах равна 12 мм,

$$b = 1,2 \times 12 = 14 \text{ мм.}$$

Минимальный диаметр ролика

$$d_{\min} = 1,25 \times 62 + 10 = 87,5 \text{ мм.}$$

Коэффициент трения для данного троллея принимает  $\mu=0,06$  и отношение  $Q/P=1,03$ .

Тогда угол  $\alpha$  половины V-образной дорожки качения ролика равен

$$\alpha = \arcsin 1,03 \times 1/\sqrt{1+0,06^2} - \arcsin 0,06/\sqrt{1+0,06^2} = 75^\circ 32'.$$

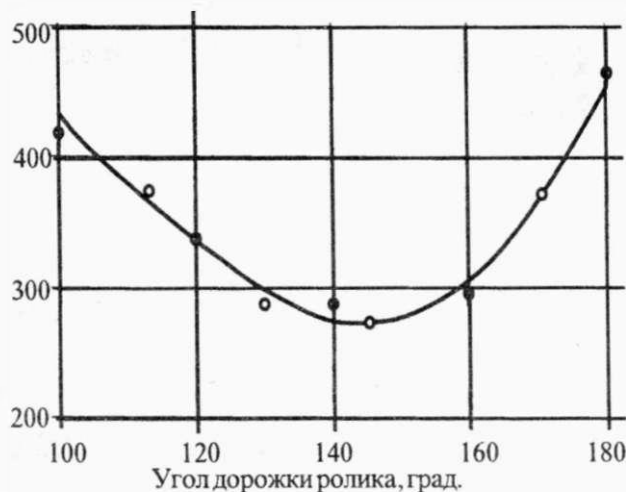


Рис. 2. Зависимость усилия перемещения от угла дорожки ролика

Диаметр ролика с учетом угла  $\alpha$  равен  $d_p = 87,5 + 14 \times \operatorname{ctg} 75^\circ 32' \approx 91$  мм.

Экспериментально установлено, что  $\mu=0,06-0,15$ , а  $Q/P=1,02-1,15$ .

На рисунке 2 представлена зависимость усилия перемещения троллея от угла V-образной дорожки качения ролика при нагрузке на крюке 5,0 кН. Из графика следует, что усилие перемещения троллея при угле  $2\alpha = 145^\circ$  по сравнению с углом  $2\alpha = 180^\circ$  снижается в 1,5 раза.

На имитаторе путевой структуры для испытания грузонесущего устройства подвесного пути по а. с. № 1237940, моделирующим работу грузонесущего устройства (троллея) в производственных условиях определены: износ реборд ролика и потребление электроэнергии.

Из графика, представленного на рисунке 3, зависимости износа реборд ролика от угла V-образной дорожки качения при скорости вращения ролика 0,3 м/с, нагрузке 5,0 кН и продолжительности 100 ч следует, что минимальный износ реборд ролика также обеспечивается при угле  $2\alpha = 145^\circ$  и по сравнению с углом  $2\alpha = 180^\circ$  износ реборд ролика снижается в 5 раз. Потребление электроэнергии при этом снизилось в 2,4 раза.

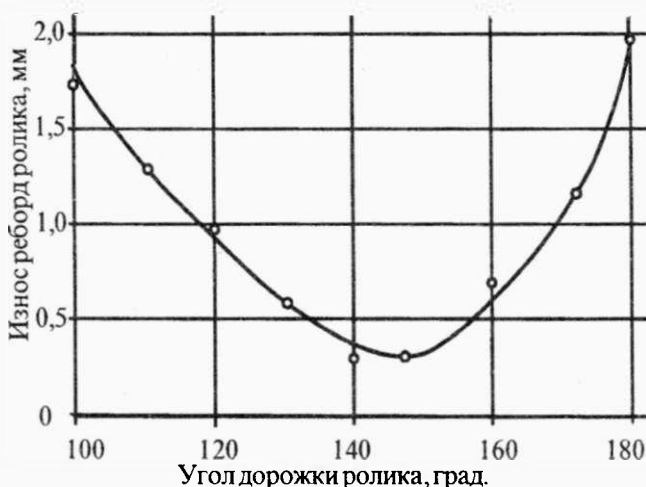


Рис. 3. Зависимость износа реборд ролика от угла дорожки ролика

Для снижения удельного давления в соединении ось-ролик между боковыми станками скобы размещена втулка, на которой установлен ролик с возможностью вращения на ней /2/. Кроме того, посадка ролика на втулку уменьшила отверстие в скобе под ось, что повышает жесткость ее и грузоподъемность троллея.

Грузоподъемность троллея ограничивается опасным сечением в месте оси в удлиненной стенке ее. В процессе эксплуатации скоба в этом сечении изгибается, что приводит к выходу троллея из строя. В настоящее время скобы троллей /3/ выполнены по грузоподъемности, исходя из опасного сечения, одинакового прямоугольного сечения скобы по всей длине их. В этом случае ненагруженные участки скоб необоснованно завышены по массе.

Для повышения грузоподъемности троллея скоба выполнена швеллерной формы от конца крепления крюка и выше осевой линии вращения ролика на величину не менее полудиаметра оси, установленной в удлиненной стенке скобы, что позволило повысить жесткость поперечного сечения в месте расположения отверстия под ось в 1,55 раза. Экспериментально установлено, что соотношение  $h_1/b_1=3-4$ , где  $h_1$  — длинная стенка поперечного сечения скобы швеллерной формы,  $b_1$  — короткая стенка поперечного сечения скобы швеллерной формы. Далее скоба выполнена прямоугольного сечения, причем масса

сохраняется равной массе скобы, эксплуатируемой в настоящее время на мясокомбинатах. Предложенная конструкция скобы повысила грузоподъемность применяемого троллея ТО-1-300 в 1,7 раза, что составит 5,0 кН.

### Выводы

1. Выполнение V-образной дорожки качения ролика позволило снизить потребление энергии в 2,4 раза.
2. Установка ролика на втулку и выполнение скобы троллея швеллерной и прямоугольной формы без изменения массы скобы ныне эксплуатируемого троллея ТО-1-300 позволило повысить грузоподъемность его до 5,0 кН.
3. Уменьшение износа реборд ролика и исключение его заклинивания на полосовом пути повышает долговечность троллея с 3 до 5 лет.
4. Повышение грузоподъемности троллея ТО-1-300 до 5,0 кН позволяет исключить из эксплуатации двухроликовый троллей Т-2-500 грузоподъемностью 5,0 кН.

### Литература.

1. Пелеев А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. — Москва: "Пищ. пром." — 1971. — С.99-106.
2. Пат. 2062723. Троллей для подвесных путей. Оpubл. 27.06.96. // Изобретения: Офиц. бюл. / Комитет РФ по патентам и товарным знакам. — 1996. — № 18. — С.178