

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЯГОВЫХ ЦЕПЕЙ ДЛЯ ПОДВЕСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОНВЕЙЕРОВ В МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д 53

П.Илиев, И.Пионов, И.Кочев

Современная организация большей части производственных процессов в мясной промышленности связана с широким использованием подвесных технологических конвейеров. Один из элементов, которые оказывают самое-существенное влияние на стоимость подвесного конвейера это тяговая цепь.

До сих пор не известен научно-обоснованный метод определения оптимальных параметров тяговых цепей для подвесных конвейеров. Выбор тяговой цепи делается по общим техническим соображениям и подкрепляется только прочностной проверкой /5/. Этот подход однако, не всегда гарантирует принятие самого-подходящего решения, так как выбор тяговой цепи является не только технической, но и экономической задачей.

В настоящем труде мы себе поставили задачу разработать метод определения оптимальных параметров тяговых пластинчатых цепей для подвесных технологических конвейеров, работающих при условиях мясной промышленности.

В отличие от приводных цепей, шаг которых определяется в зависимости от оборотов и числа зубьев ведущего цепного зубчатого колеса передачи /1,2,3/, шаг тяговой цепи подвесного конвейера зависит от совсем других факторов.

По причине низких скоростей, с которыми движутся тяговые цепи, при определении шага отпадает необходимость принимать во внимание динамическую нагрузку двигательного механизма, вследствие неравномерности хода цепи /4/. Кроме того, так как тяговые цепи движутся со скоростью $v < 0,5$ т/с, использование цепных колес с большим чи-

ском зубьев и роликовых пластинчатых цепей не является необходимым. Самые экономичные и подходящие для этой цели - безроликовые пластинчатые цепи.

Обсудим последовательно основные расходы на построение и эксплуатацию подвешного технологического конвейера, зависящие от шага цепи.

1. Расходы на цепь. Цепи, в характеристиках которых различаются только шаги имеют различные массы линейных метров, а отсюда и различные цены, которые уменьшаются с увеличением шага. Эта зависимость видна из рисунка 1.

Обозначаем:

m_0 кг/м - масса линейного метра цепи.

m_1 кг/м - масса линейного метра двух непрерывных пластинок - длиной 1 м. и толщиной S /заштрихованная часть из рис.1/

m_2 кг - масса одного соединения /заштрихованная часть рисунка/

Тогда

$$m_0 = m_1 + \frac{m_2}{t} \quad /1/$$

так как один линейный метр содержит $\frac{1}{t}$ соединений.

Числа m_1 и m_2 - легко можно вычислить применив формулу /1/ для цепей, массы которых нам известны m_0' и m_0'' хотя бы для двух шагов t' и t'' . Например для безроликовой тяговой цепи с диаметром штифта $d = 11$ мм./4/ получается $m_1 = 2,1 \text{ кг/м}$; $m_2 = 0,16 \text{ кг}$, т.е.

$$m_0 = 2,1 + \frac{0,16}{t}$$

Из проведенных изучений видно, что цены цепей различающихся только по своим шагам приблизительно пропорциональны их массам.

Если мы обозначим $C_{ц}$ лв/кг - цена 1 кг. цепи

L_m - длина цепи,

то общие расходы $P_{цеп}$ на всю цепь будут

$$P_{цеп} = C_{ц} / m_1 + \frac{m_2}{t} \quad 1.6 \quad 12/$$

2. Расходы на цепные колеса. С увеличением шага t цепи, при других одинаковых условиях возрастает и диаметры цепных колес, а следовательно их массы и в конечном счете их стоимость.

Обозначаем:

D_m - начальный диаметр цепного колеса

Z - число зубьев цепного колеса

$m_k \text{ kg}$ - масса цепного колеса

$C_k \text{ лв/kg}$, цена 1 кг. цепного колеса

n - число цепных колес в конвейере.

Оправдано принять, что цепные колеса с различными диаметрами имеют приблизительно подобные проекции в своих собственных плоскостях и одинаковые толшины. Тогда их массы m_k будут пропорциональны квадрату их диаметра D , т.е. $m_k = K^1 D^2$. Но $D = \frac{t}{\sin 180/Z}$ так что окончательно

$$m_k = K t^2 \quad 13/$$

$$\text{где } K = \frac{K^1}{\sin^2 180/Z}$$

Коэффициент K можно определить напр. исходя из существующего цепного колеса с желанным числом зубьев, известной массой m_k и известным шагом, т.е. $K = \frac{m_k}{t^2}$

Окончательно общие расходы на цепные колеса подвешенного конвейера следующие:

$$P_{цеп. кол.} = C_k n K t^2 \quad 14/$$

3/ Расходы на кронштейны поддерживающие направляющие цепи нерабочей части цепи.

Из рис. 2 видно, что длина кронштейнов $- \ell = a + D = a + \frac{t}{\sin 180/Z}$
С другой стороны поперечное сечение кронштейнов практически не

зависит от ℓ , а значит и от шага t , так как небольшой вес цепи создает незначительный изгибающий момент.

рис.2. Означаеи:

C кроншт. лв/кг - цена 1 кг. кронштейна

m кроншт. кг/м - масса линейного метра кронштейна

Π кроншт. - число кронштейнов в цепном пути.

Тогда общие расходы на кронштейны будут

$$P_{\text{кроншт.}} = C \text{ кроншт.} \cdot \Pi \text{ кроншт.} \cdot m \text{ кроншт.} \cdot \left(\alpha + \frac{t}{\sin 90/2} \right) // 5/$$

4. Расходы на редуктор. Увеличение шага, увеличивает диаметр D цепных колес. Однако, для того, чтобы достигнуть желанной скорости цепи удовлетворяющую технологические требования, необходимо уменьшить угловую скорость цепных колес, т.е. необходимо увеличить передаточное число редуктора. Последнее обстоятельство при цепях с большими шагами приводит к известному удорожанию редукторов, использованных при подвесных конвейерах. Размер этого удорожания однако имеет незначительную стоимость и не принимается во внимание в предлагаемой методике.

5. Текущие расходы энергии

Шаг цепи отражается на ее весе. Но вес влияет на трение возникающее между цепью и направляющими улями, а следовательно и на расход электроэнергии необходимой для движения конвейера.

Обозначение:

$N \text{ w}$ - мощность электромотора двигательной станции

$m \text{ кг/м}$ - масса линейного метра, приводимая в движение конвейером

$L \text{ p m}$ - длина рабочей части цепи

$V \text{ m/s}$ - скорость конвейера

μ - коэффициент трения между цепью и направляющими у-

ями.

μ_2 - коэффициент трения между ходовыми органами и рельсовым путем.

$C_{эл}$ лв/квт - цена электроэнергии

Тогда если пренебречь силами трения, возникающими при обхождении цепных колес цепи, для мощности электромотора получается

$$N = (m_0 L \mu_1 + m L p \mu_2) g V,$$

где g м/с является земным ускорением.

Расходы электроэнергии за 7 часовую смену будут

$$P_{эл} = C_{эл} (m_0 L \mu_1 + m L p \mu_2) g V \frac{7}{1000} \quad /6/$$

Впрочем на расходы энергии влияет совсем слабо шаг t , так как масса m_0 гораздо меньше массы m , тогда как L и Lp соответственно μ_1 и μ_2 являются числами одного и того же порядка. Все таки ка-
чественный вывод следующий: с увеличением шага t расходы энергии уменьшаются.

В проведенном анализе указаны основные расходы, которые непосредственно или косвенно зависят от шага цепи.

Суммируя /2/, /4/ и /5/ получаем общие инвестиционные расходы зависящие от шага цепи.

$$P = C_{ц} \left(m_1 + \frac{m_2}{t} \right) L + C_k \pi k t^2 + C_{кон} \cdot \pi k_{кон} \cdot m_{кон} / a + \frac{t}{\sin 180/z} \quad /7/$$

Эти расходы минимизируются когда $dP/dt = 0$, т.е. когда

$$- \frac{C_{в.} m_2 L}{t^2} + 2 C_k \pi k t + \frac{C_{кон} \cdot \pi k_{кон} \cdot m_{кон}}{\sin 180/z} = 0 \quad /8/$$

Решение кубического уравнения /8/ позволяет в каждом конкретном случае определить шаг t , при котором инвестиционные расходы на построение конвейерного пути будут минимальными.

Более в общем виде можно было бы минимизировать приведенные расходы $P_{пр} = P_{эл} + E \cdot P / \eta$ - коэффициент эффективности/, но по мнению авторов такой подход внесет осложнения без существенных приобретений, так как мы уже заметили, что расходы на энергию совсем в

слабой мере зависят от шага цепи.

На основании изложенного предлагаем методику для выбора тяговых цепей для подвешного конвейера:

1. Определяется максимальная обтягивающая сила S , при этом первоначально пренебрегают трением, происходящим от неизвестного веса самой цепи и трением при обходе цепных колес цепи. Впрочем мы будем иметь:

$$S = S_0 + mglp \cdot \mu_2$$

где для предварительного натяжения цепи S_0 принимается $S_0 = \frac{3S}{5}$ так, что окончательно

$$S = \frac{8}{5} mglp \mu_2$$

2. По найденной силе S выбирается цепь с подходящей прочностью, т.е. подходящим диаметром штифтов и подходящим материалом.

3. Ищут корни t кубического уравнения /8/. Корень, который имеет смысл /реальный, положительный/ определяет оптимальный шаг t_0 , минимизирующий все одновременные расходы.

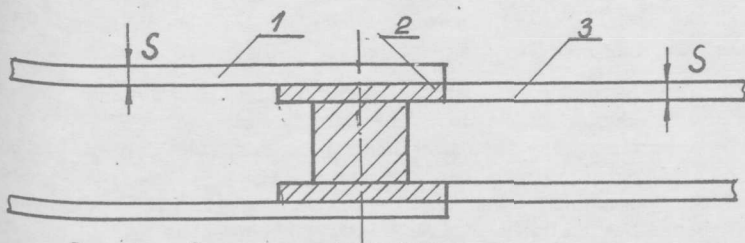
4/Определяются два самых близких стандартных шага t'_0 и t''_0 до оптимального t_0 . По /8/ вычисляются общие одновременные расходы при шаге t'_0 и шаге t''_0 и выбирается тот из них, который гарантирует меньшие расходы.

5. Делается окончательная прочностная проверка выбранной цепи, при этом для максимальной силы натяжения S исходят из полной методики, учитывающей все силы трения.

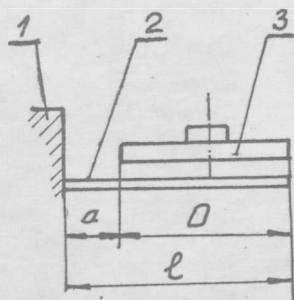
ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Предложен метод определения оптимальных параметров тяговых пластинчатых цепей для подвешных технологических конвейеров в мясной промышленности, который создает возможность для более экономичного проектирования этих сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Н.В. Цепные передачи, Москва, 1951
2. Ивашков И.И. Пластинчатые цепи, Москва, 1960
3. Дьячков В.К. Подвесные конвейеры, Москва, 1961
4. Соколов А.Я и коллектив - Транспортирующие и перегружочные машины для комплексной механизации пищевых продуктов, Москва, 1964.
5. Горбатов В.М., Лагоша И.А. - Справочник по оборудованию предприятий мясной промышленности, Москва, 1965.



Фиг.1 - Схема на веригата.
 1 - външна пластина;
 2 - шарнирно съединение;
 3 - вътрешна пластина



Фиг.2 - Схема на елементите
 1 - гредка;
 2 - конзола;
 3 - верижно зъбно колело.