

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗАВАРИЙНОЙ РАБОТЫ ЦЕПНОГО КОНВЕЙЕРА**

Машины непрерывного транспорта являются основой комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и производственных процессов, повышающих производительность труда и эффективность производства. Эти машины предназначены для перемещения насыпных грузов непрерывным потоком, а также однородных штучных грузов с определенным интервалом по заданному направлению. К таким машинам относятся конвейерные установки с тяговым органом в виде ленты или цепи. Важной особенностью конвейеров является высокая производительность за счет совмещения рабочего и холостого хода и отсутствие пауз для погрузки и разгрузки транспортируемых грузов.

В металлургической и машиностроительной промышленности широкое применение получили цепные конвейеры. Достоинствами таких конвейеров являются:

- а) высокая прочность тягового органа;
- б) возможность транспортирования грузов практически под любым углом наклона за счет использования специальных грузонесущих устройств (ковши, захваты и др.);
- в) низкая чувствительность тягового и несущего органа к высоким температурам;
- г) возможность изгиба трассы конвейера, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости при использовании двухшарнирной цепи;
- д) возможность совмещения транспортирования грузов с его технологической обработкой (покраской, сушкой, охлаждением, спеканием, закалкой, сборкой и т.д.).

Благодаря таким достоинствам цепные конвейеры получили широкое применение в автоматизированных поточных линиях.

Одним из существенных недостатков цепного конвейера является значительный вес тяговых и грузонесущих элементов и возможность самопроизвольного, под действием составляющей от собственного веса груза, движения цепи в обратном направлении на наклонных участках трассы конвейера.

Для предотвращения обратного движения цепи при остановке конвейера предусмотрено использование тормозных или стопорных

устройств на приводе. Для конвейера с наклонными участками самопроизвольное движение тягового органа в обратном направлении возможно при условии:

$$q_{zmax} \sum h \geq W \quad (1)$$

где  $q_{zmax} \sum h$  - составляющая силы тяжести наклонных участков конвейера при наибольшей нагрузке;

$W$  - сопротивление движению тягового органа на всех участках конвейера.

Общее сопротивление движению тягового органа определяется по формуле:

$$W = [(q_z + 2 \cdot q_u) \cdot L_z + \sum G_p] \cdot \omega_0 \pm q_z \cdot H \quad (2)$$

где  $q_u$  - вес одного метра тягового органа цепи;

$L_z$  - горизонтальная длина конвейера;

$\sum G_p$  - вес вращающихся частей поддерживающих роликов на рабочей и холостой ветвях цепи;

$q_{zmax}$  и  $q_z$  - линейные силы тяжести транспортируемого груза, соответственно, при максимальной и минимальной загрузке конвейера;

$\sum h$  - суммарная высота подъема груза;

$H$  - высота конвейера;

$\omega_0$  - коэффициент сопротивления движению цепи:

$$\omega_0 = \left( \frac{2 \cdot \mu + f \cdot d}{D_p} \right) \cdot K_p \quad (3)$$

где  $\mu$  - коэффициент трения качения цепи по роликам;

$f$  - коэффициент трения в опоре ролика;

$d$  - диаметр цапфы ролика;

$D_p$  - диаметр ролика;

$K_p$  - коэффициент, учитывающий дополнительные сопротивления от трения цепи о реборды поддерживающих роликов.

Расчетный тормозной момент на валу приводных звездочек составит:

$$M_T = 0,5 \cdot [q_{zmax} \sum h - K_T \cdot (\omega_0 - q_z \sum h)] \cdot D \cdot \eta \quad (4)$$

где  $K_T = 0.5 \dots 0.6$  - сопротивление на трассе конвейера;

$D$  - диаметр приводных звездочек;  
 $\eta$  - общий КПД механизма привода;  
Тормозной момент на валу двигателя:

$$M'_T = \frac{M_T \cdot \eta}{u} \quad (5)$$

где  $u$  - передаточное число редуктора.

Время торможения до полной остановки конвейера:

$$t_T = \frac{(mD^2) \cdot n \cdot g}{38.2 \cdot (M_T + M_{CT})}$$

где  $mD^2$  - маховый момент всех движущихся частей конвейера, приведенный к валу двигателя;

$n$  - номинальная частота вращения двигателя;

$M_T$  - тормозной момент установленного на валу двигателя тормоза;

$M_{CT}$  - момент статических сил сопротивления при установившемся движении конвейера, приведенный к валу электродвигателя;

$g$  - ускорение свободного падения.

Современные цепные конвейеры с наклонными участками трассы, как правило, оснащаются тормозами колодочного типа и храповыми остановами, установленными на валу приводных звездочек. Однако при обрыве или случайном разъединении тяговой цепи на подъемах и спусках цепь, вместе с находящимся на ней грузом, под действием силы тяжести стремится вниз, что приводит к аварии. Для предупреждения этого на подъемах и спусках должны устанавливаться ловители, которые при обрыве цепи захватывают и останавливают её.

Согласно ГОСТ 12.2.022-80 общих требований безопасности при проектировании конвейеров пунктом 2.8 предусмотрено: «наклонные участки цепных конвейеров должны быть снабжены ловителями для захвата цепи в случае её обрыва, угрожающего обслуживающему персоналу», а пунктом 3.6 отмечено: «На конвейерах, входящих в технологические линии, должны быть предусмотрены устройства для автоматической остановки привода при возникновении аварийной ситуации».

Пункт 5.1 ГОСТа 12.2.022-80 предусматривает, что «контроль выполнения правил безопасности должен производиться после капитального ремонта конвейера».

Изучение литературных источников показало, что ловители в настоящее время применяются, главным образом, на подвесных конвейерах при перемещении поддерживающих кареток по монорельсам. Ловитель механического действия осуществляет захват цепи или каретки с помощью защелки или скобы.

На ММК им. Ильича, для транспортировки рулонов листовой стали массой 7,5 т/лист между станами 1700 горячей и холодной прокатки, установлен под землёй двухцепной пластинчатый конвейер горизонтально-наклонной трассы длиной 148м. В процессе его эксплуатации возникали случаи разъединения и обрыва цепи на наклонном участке, что приводило к тяжелым последствиям.

Проверочный расчёт условия самопроизвольного обратного движения цепи по формуле (1), возникающего при её обрыве, подтвердил вероятность аварийной ситуации и необходимость установки ловителей.

Анализ известных конструкций ловителей, предназначенных для подвесных конвейеров, показал, что они не могут быть использованы для рассматриваемого конвейера ввиду существенных отличий условий их работы.

В качестве ловителей рассматривались две конструктивные схемы захватов цепи. По первому варианту предусматривалось осуществлять захват цепи за выступающие части валиков, соединяющих между собой звенья цепи. При этом захваты закрепляются на вертикальных осях по обеим сторонам цепи. Такая конструкция обеспечивает хороший доступ для осмотра и ремонта деталей ловителя. При этом размещение ловителя по такой схеме увеличивает габариты установки по ширине, что в условиях стесненного пространства затрудняет его применение.

Второй вариант ловителя предусматривает установку захватов под цепью конвейера непосредственно на оси поддерживающих роликов рабочей ветви (рис. 1).

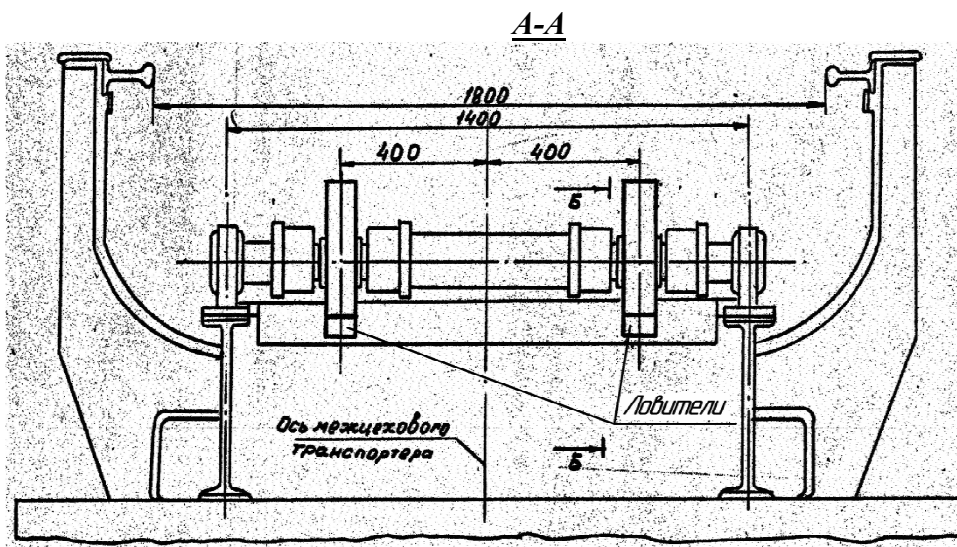
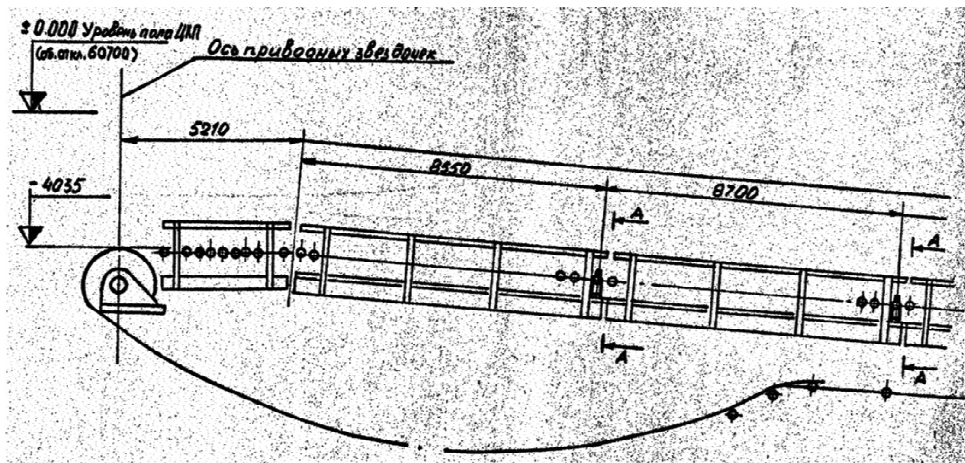
Ловитель состоит из захвата 1, закрепленного на оси ролика 2, служащего для поддержания цепи. Ось ролика опирается на подшипники качения. В свою очередь, захват устанавливается на вкладышах подшипника скольжения непосредственно на оси ролика.

При нормальной работе захват, встречаясь с каждой средней пластиной звена движущейся цепи 3, свободно наклоняется и

возвращается в рабочее (вертикальное) положение под действием собственного веса после прохода звена цепи, т.е. через каждые 630 мм.

В случае обрыва цепь стремится двигаться в обратном направлении, однако захват препятствует этому, прижимаясь своей нижней частью к упору 4, закрепленному на раме конвейера.

Смазка подшипников скольжения осуществляется периодически через отверстия в корпусе захвата. Ловитель цепи малогабаритный и состоит из минимального количества деталей, что способствует высокой надежности его работы.



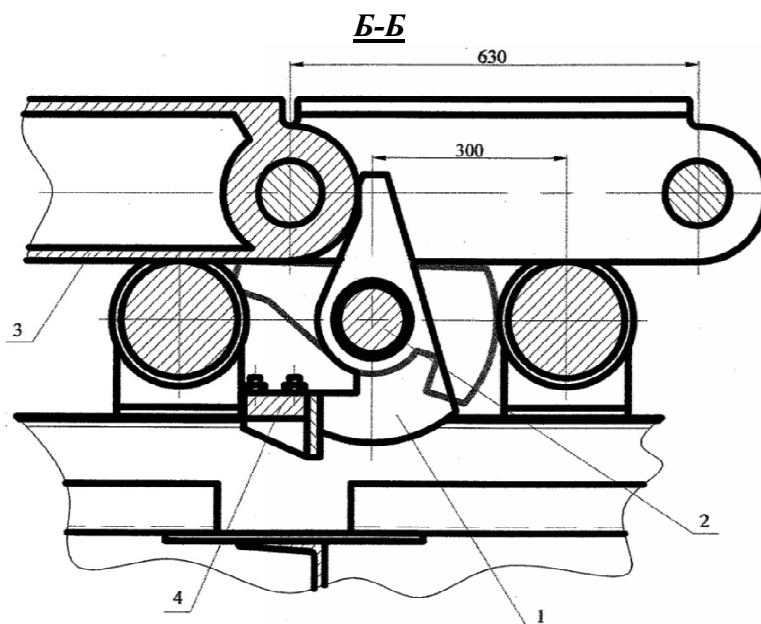


Рисунок 1. – Монтаж эксцентриковых ловителей на роликах; А-А - Установка ловителей на наклонном участке конвейера; Б-Б – узел крепления ловителя

С учётом прочности металлоконструкций конвейера потребовалось установить несколько ловителей с определённым шагом на обеих ветвях цепи (рис. 1).

Для предотвращения обратного хода цепи конвейера во время его производственных остановок, на основе расчётов по формулам (4) и (5), с последующей проверкой на время торможения по формуле (6), в приводе устанавливается тормоз типа ТКП-400, а на валу приводных звёздочек – храповой останов.

Защитой от перегрузок служит муфта предельного момента со срезными штифтами.

Необходимое натяжение рабочей ветви осуществляется собственным весом холостой ветви цепи, стрела провисания которой составляет 4-5м.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: Учебное пособие для машиностроительных вузов. - М: Машиностроение, 1983.
2. Конвейеры. Общие требования безопасности ГОСТ 12.2.022-80