

УДК 622.001.89:622.68

Э.П. Долгов – главный конструктор, канд. техн.наук, ГОУ ДПО «Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов».

140004, г. Люберцы, Московской области, пос. ВУГИ

Тел./факс (495) 740-49-64, info@transtm.ru

15. К вопросу повешения долговечности роликов ленточных конвейеров.

Создание и освоение производства надежно работающих роликов является отдельным самостоятельным и длительным процессом и в ближайшее время, очевидно, не будет решен.

В связи с этим становится актуальным изыскание способа эксплуатации роликов с целью повышения их долговечности, используя существующие ролики, не изменяя их конструкцию.

Ключевые слова: **ролик, ленточных конвейеров**

Ролик является одним из основных и самым многочисленным элементом ленточных конвейеров. Даже при самых рациональных современных схемах линейных секций става, например, для конвейеров длиной 2000 м, магистральный конвейер содержит около 6000 роликов, а участковый телескопический – около 5000 роликов.

Одновременно в угольной промышленности находятся в эксплуатации несколько сотен тысяч роликов.

Помимо крупных заводов, выпускающих ленточные конвейеры, изготовлением роликов занимаются многочисленные предприятия.

Действующий ГОСТ Р 51984-2002 «Конвейеры шахтные ленточные» [1] определяет только диаметр ролика, длину его обечайки, допускаемый момент сопротивления вращению и 90%-ный ресурс роликов при различных скоростях ленты.

В остальном конструктор свободен при выборе решений в процессе создания роликов.

По расчетным данным подшипники роликов должны работать от 30000 до 40000 часов. В действительности срок их службы составляет примерно от полугода до трех лет. Конструкции роликов весьма разнообразны. За редким исключением они не отвечают современным требованиям.

Создание и освоение производства надежно работающих роликов является отдельным самостоятельным и длительным процессом и в ближайшее время, очевидно, не будет решен.

Поэтому, в настоящее время с этим приходится мириться и ориентироваться на существующие конструкции роликов.

В связи с этим становится актуальным изыскание способа эксплуатации роликов с целью повышения их долговечности, используя существующие ролики, не изменяя их конструкцию.

Этот способ исчерпывается вариантом с поворотом оси ролика.

1. Способ эксплуатации роликов ленточных конвейеров.

Сотрудниками ООО «НКП «ТРАНСТЕХМАШ» и ОАО «Александровский машиностроительный завод» был предложен способ эксплуатации роликов ленточных конвейеров [2].

Этот способ поясняется с помощью рис. 1.

На рис. 1 показана типовая конструкция ролика со сквозной осью.

Ролик состоит из обечайки 1 с двумя запрессованными стаканами 2, неподвижной оси 3, двух подшипников 4, лабиринтов 5 и 6, уплотнений 7 и стопорных колец 8.

При движении лента вращает обечайку 1 со стаканами 2 и запрессованными в них наружными кольцами 9 подшипников 4. Ось 3, установленная в роликоопоре, остается неподвижной. Вместе с осью 3 остаются неподвижными внутренние кольца 10 подшипников 4.

На рис. 1 показано усилие P , создаваемое весом ленты и транспортируемого материала и действующее со стороны обечайки 1 через стаканы 2 на наружные кольца 9 подшипников 4. Через шарики усилие передается на внутренние кольца 10. При этом наружное кольцо подвержено циркуляционному нагружению, при котором нагрузка P в каждый момент времени передается на шарики через очередной участок наружного кольца. Внутреннее кольцо подшипника имеет местное нагружение, при котором нагрузка P через шарики передается только на верхнюю часть дуги B (разрез $A-A$) внутреннего кольца. При этом нижняя часть дуги H остается ненагруженной и, как правило, между ней и шариками остается гарантированный зазор h . Таким образом, самому интенсивному нагружению в подшипнике подвергается дорожка качения внутреннего, неподвижного кольца в верхней части дуги B , вызывая соответствующий интенсивный износ и в конечном счете разрушение подшипника.

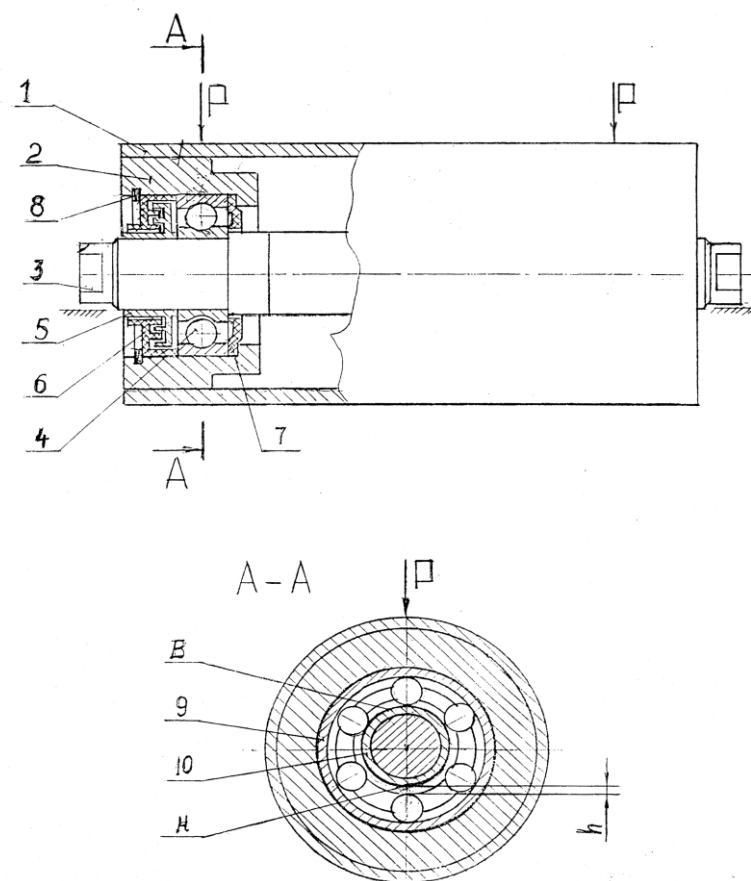


Рис. 1 Типовая конструкция ролика со сквозной осью.

Однако долговечность подшипника может быть увеличена, если после определенного срока эксплуатации ось ролика переустановить в роlikоопоре так, чтобы она вместе с неподвижным, внутренним кольцом была повернута на 180° относительно своей геометрической оси. При этом ранее ненагруженная нижняя часть дуги Н займет верхнее положение и в дальнейшем сможет воспринимать прежнюю нагрузку, тогда как изношенная (ранее находившаяся сверху) часть дуги В окажется в нижнем положении и не будет подвергаться интенсивному нагружению. Тем самым срок службы подшипников и, следовательно, ролика может быть увеличен почти в два раза.

Под определенным сроком эксплуатации ролика в данном случае имеется в виду время работы подшипников до их окончательного износа (без поворота неподвижного кольца на 180°).

Обычно это определяется расчетным путем или известно по опыту работы. Очевидно, это время не должно превышать 80% фактического ресурса подшипника.

Для применения этого способа необходимо иметь какую-либо метку на концах неподвижной оси, например, в виде риски, отверстия или пятна, нанесенного несмываемой краской. Первоначально ролик может быть установлен, например, меткой

вверх, а затем переустановлен меткой вниз. Метка может наноситься в процессе изготовления роликов, а также на роликах, уже находящихся в эксплуатации.

2. Износ элементов подшипников.

Исследования, проводимые в подшипниковой промышленности, полностью подтверждают характер износа элементов подшипников. Так Минский подшипниковый завод по результатам пятилетних испытаний выявил причины выхода из строя радиальных шарикоподшипников [3, стр. 11]:

- разрушение наружных колец - 15%;
- разрушение внутренних колец - 69%;
- разрушение шаров - 16%.

Это средние обобщающие данные. Естественно, что в случае испытания шарикоподшипников только при местном нагружении внутреннего кольца, доля выхода их из строя будет значительно больше 69%.

3. Радиальные зазоры и углы переноса в радиальных шарикоподшипниках.

Обычно в роликах применяются шарикоподшипники нормальной группы точности и нормальной группы по радиальному зазору.

Так, например, для шарикоподшипника 307 (используемым Александровским машиностроительным заводом в роликах $\varnothing 127$ и $\varnothing 159$ мм) по нормальной группе радиальный зазор h колеблется от 6 до 20 мкм [4]. Для обеспечения нормальной работы подшипникового узла это приводит к соответствующим требованиям по точности сопрягаемых с подшипником деталей.

В случае применения радиальных шарикоподшипников с повышенным радиальным зазором увеличивается угол контакта в подшипнике и повышается его осевая грузоподъемность.

При увеличенных радиальных зазорах сглаживаются накопленные погрешности, возникающие от биения шеек оси друг относительно друга, биения внутренней и наружной поверхности стакана и также соответствующих поверхностей обечайки. При этом ось ролика как бы самоустанавливается в обечайке (или обечайка самоустанавливается на оси).

Например, для подшипников типа 307 радиальные зазоры будут иметь следующие значения [4]:

$h = 17 \dots 33$ мкм для 7-ой группы;

$h = 28 \dots 46$ мкм для 8-ой группы;

$h = 40 \dots 64$ мкм для 9-ой группы.

(Соответственно, этот подшипник будет иметь обозначения:

70-307, 80-307 и 90-307,

где 0 – группа нормальной точности).

В зависимости от радиального зазора устанавливаются углы перекоса радиальных подшипников [5, стр. 174]:

- с радиальным зазором по нормальной группе – $8'$,
- с увеличенным радиальным зазором по группе 7 – $12'$,
- с увеличенным радиальным зазором по группе 8 – $16'$.

Увеличение углов перекоса шарикоподшипников также способствует «самоустановке» оси ролика в обечайке.

Выбор подшипника с увеличенной величиной радиального зазора позволяет обеспечить рациональное распределение нагрузок внутри подшипника, не препятствуя допускаемому взаимному смещению оси и корпуса в радиальном и осевом направлениях.

4. Цена вопроса.

В рассматриваемом варианте (с поворотом оси) ролики отличаются от обычных только наличием метки на концах неподвижной оси.

Как уже упоминалось, эта метка может быть выполнена либо в процессе изготовления ролика, либо на роликах, уже находящихся в эксплуатации.

Очевидно, затраты будут «копеечными» и не могут быть сравнимы со стоимостью обычного ролика.

Наиболее рационально использовать этот способ эксплуатации роликов в силу упомянутых преимуществ с применением шарикоподшипников с увеличенным радиальным зазором по группе 8 или 9. Например, в роликах $\varnothing 127$ и $\varnothing 159$ мм вместо подшипников 307 использовать подшипники 80-307 или 90-307.

При этом все посадочные размеры в сопрягаемых с подшипником деталях (да и вообще все детали ролика!) не изменятся. Изменяется лишь комплектующее изделие – применяется подшипник с увеличенным радиальным зазором.

К цене вопроса относятся и затраты, связанные с поворотом роликов в конвейере.

Очевидно, поворотом роликов следует заниматься в основном на верхних роликотпорах, находящихся под действием веса транспортируемого материала и веса ленты.

В этом случае затраты по повороту оси конкретного ролика будут меньше затрат по замене вышедшего из строя ролика. Для поворота оси следует приподнять ленту и ролик не менее чем на 40 мм, повернуть от руки ось на 180° и опустить ролик на прежнее место. А при замене изношенного ролика его следует приподнять на высоту практически равную диаметру ролика, вытащить из-под ленты и затем установить новый ролик.

Примечательно, что поворот осей роликов, работающих в составе участковых телескопических конвейеров, может быть осуществлен не за счет специальной операции, а совмещен с монтажом конвейера на новом участке. (Если раньше ролики были установлены меткой вверх, то теперь их следует установить меткой вниз).

5. Экспериментальная проверка.

Для получения более полных и сравнимых результатов экспериментальная проверка должна проводиться в шахтных условиях на одном конвейере.

На рис. 2 схематично показана часть конвейера с четырьмя участками.



Рис.2 Часть конвейера с четырьмя участками.

На каждом участке верхние роlikоопоры снабжены определенными роликами:

- на 1-ом и 2-ом участках установлены серийные ролики с нормальным радиальным зазором в подшипниках (например, с подшипниками 307);
- на 3-ем и 4-ом участках установлены «новые» ролики (с повышенным радиальным зазором в подшипниках по группе 8 и 9 – например, с подшипниками 80-307 или 90-307).

Каждый участок содержит примерно по 40 верхних роlikоопор (120 роликов при шаге расстановки роlikоопор 1,25 м).

После первого периода работы конвейера (примерно 8-10 месяцев) на 2-ом и 4-ом участках производят переустановку роликов с поворотом оси.

Второй период работы также продолжается примерно 8-10 месяцев.

В специальном журнале испытаний по каждому участку фиксируются ролики, вышедшие из строя, с указанием даты и типа ролика – средний или боковой.

В результате испытаний, исходя из количества вышедших из строя роликов, могут быть сделаны следующие сравнительные данные:

- по 1-му и 3-му участкам – по работе роликов серийной и «новой» конструкции без поворота оси;

- по 1-му и 2-му участкам – эффективность поворота оси роликов серийной конструкции;

- по 3-му и 4-му участкам – эффективность поворота оси роликов «новой» конструкции;

- по 2-му и 4-му участкам – эффективность работы роликов после поворота осей при нормальном радиальном зазоре и увеличенном радиальном зазоре по группе 8 или 9.

После окончания испытаний и обработки их результатов комиссией делаются выводы и даются соответствующие рекомендации.

Выводы:

1. Предложенный способ эксплуатации роликов ленточных конвейеров делает возможным существенное повышение долговечности роликов.

Способ может быть осуществлен с применением серийно выпускаемых роликов или модернизированных роликов при замене шарикоподшипников нормальной группы по радиальному зазору на шарикоподшипники с увеличенным радиальным зазором группы 8 или 9.

2. Следует провести всесторонние шахтные испытания предложенного способа.

В случае положительных результатов этот способ эксплуатации роликов ленточных конвейеров может широко использоваться кроме угольной и в других отраслях промышленности.

Было бы рационально провести шахтные испытания в составе конвейера Александровского машиностроительного завода с применением роликов Ø127 и Ø159 мм (имеющим одинаковые подшипниковые узлы).

3. Использование этого способа не может привести к отрицательным результатам, так как базируется на применении серийно выпускаемых роликов (использован принцип – «не навреди»). Иногда кажется, что этот способ предназначен специально для кризисного периода.

Даже если в настоящее время будет разработан идеальный ролик, то и он может быть применен по этому способу с дополнительным эффектом.

Представляется, что широкое использование этого способа даст значительно больший экономический эффект по сравнению с внедрением нетрадиционных ставов. А использование в этих ставах нового способа эксплуатации роликов будет еще одним очередным шагом к созданию совершенных ленточных конвейеров нового типа.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 51984-2002. «Конвейеры шахтные ленточные. Общие технические условия». М. Госстандарт России.
2. **Долгов Э.П., Кондрашин Ю.А., Родионов В.В., Белобородов В.Н.** «Способ эксплуатации роликов ленточных конвейеров». Патент Российской Федерации №2170205 от 10 июня 2001 г.
3. «Справочник продукции». Минский подшипниковый завод.
4. ГОСТ 24810-81 «Подшипники качения. Зазоры». М. Издательство стандартов. 1993.
5. **Бейзельман Р.Д., Цыпкин Б.В., Перель Л.Я.** «Подшипники качения». Справочник. М. Машиностроение. 1975.
6. **Долгов Э.П.** «О повышении долговечности роликов ленточных конвейеров», М., Изд-во «Горная книга», 2009.