

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ РОЛИКОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ

А.С. Воронцов, А.С. Антонов, Д.Ю. Слесарь
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

В статье рассматриваются конструкторско-технологические и материаловедческие решения металлополимерных роликов, используемых в составе ленточных конвейеров на предприятиях горнодобывающей, строительной и пищевой промышленности.

В настоящее время наиболее эффективным и высокопроизводительным видом конвейерного транспорта являются ленточные конвейеры. Одним из ответственных узлов ленточного конвейера является ролик или роликовая опора. Ролики являются самыми массовыми элементами ленточных конвейеров, и объём их производства в РУП ПО «Беларуськалий» достигает 85-90 тысяч штук в год. В то же время в процессе эксплуатации конвейера ролики обновляются до 5 раз, то есть существенная часть изготовленных роликов идёт на замену преждевременно вышедших из строя. Это приводит к большим материальным затратам, так как стоимость роликов составляет 25-30 % от стоимости конвейера и на их долю приходится до 40 % всех затрат на обслуживание и ремонт. Повышение долговечности роликов даст значительную экономию средств.

Для эффективной эксплуатации ленточных конвейеров необходима реализация системного подхода, включающего материаловедческие, технологические, конструкционные и организационные аспекты. Одним из путей реализации такого подхода является решение задач многокритериальной оптимизации с использованием CALS-технологий [1, 2].

Целью данной работы являлась оптимизация конструкторско-технологических и материаловедческих решений роликов ленточных конвейеров с применением методов компьютерного моделирования.

Объектом исследований являлась конструкция верхнего гладкого ролика ленточного конвейера при добыче и переработке песчано-гравийных смесей на заводе железобетонных конструкций ОАО «Гроднопромстрой» (рис. 1). Ролик состоит из корпуса (обечайки), оси, корпуса подшипникового узла с подшипником. Обечайка ролика выполнена из куска горячедеформированной бесшовной стальной трубы размером 121 x 2,5 x 5000 мм, ось ролика выполнена из стали марки Ст3, заготовка - круг по ГОСТ 380-94, корпус подшипникового узла – чугун СЧ 15, подшипник 6304 - радиальношариковый, упорный, закрытого типа. Корпус подшипника приварен к обечайке, сварной шов выполнен ручной дуговой сваркой.

В качестве методов исследований применяли технологии 3D-моделирования в программной среде SolidWorks 2014. Анализ напряженно-деформированного состояния проводили в интегрированном расчётном модуле SolidWorks Simulation.

Для повышения надёжности и эффективности работы ленточных конвейеров были предложены следующие конструкторско-технологические и материаловедческие решения роликов (рис. 2):

1. Заменить материал корпуса подшипникового узла. Вместо литого корпуса из чугуна СЧ 15 применять корпус, полученный методом литья под давлением из полиамида 6.
2. Заменить материал обечайки ролика. Вместо стали Ст4 сп использовать полиэтилен высокой плотности.
3. Крепление корпуса подшипникового узла к обечайке осуществлять с помощью винтов вместо сварки.
4. Использовать в конструкции ролика лабиринтное уплотнение.

Анализ напряженно-деформированного состояния показал снижение максимальных внутренних напряжений оптимизированной конструкции роликов в 2,5 раза (с 282,7 МПа до 112,3 МПа) и перераспределение их с периферии роликов в центральную часть (рис. 2).

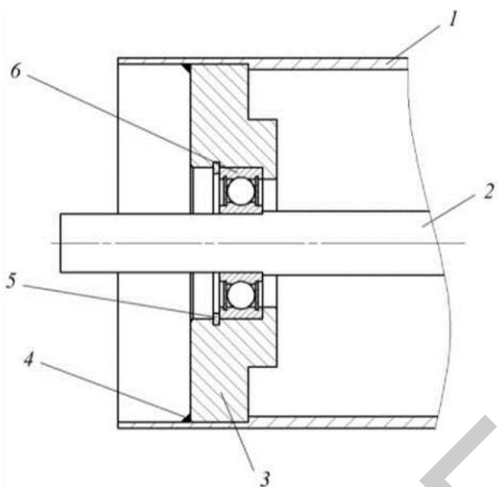


Рис. 1. Конструкция ролика ленточного конвейера:
1 – обечайка; 2 – ось; 3 – корпус подшипникового узла; 4 – сварочный шов;
5 – стопорное кольцо; 6 – подшипник

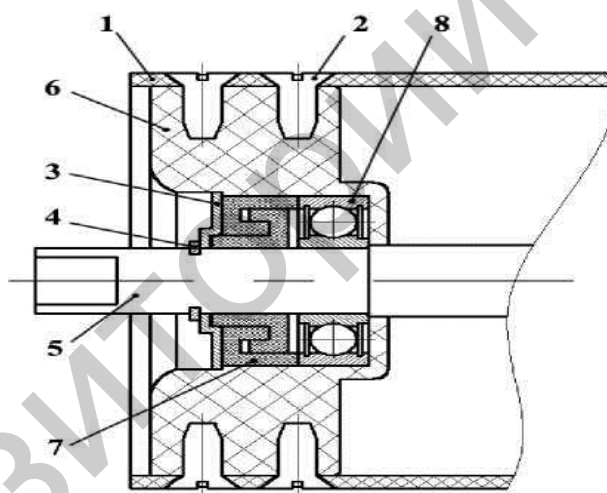


Рис. 2. Оптимизированная конструкция ролика:
1 – обечайка; 2 – винт; 3 – крышка; 4 – стопорное кольцо; 5 – ось; 6 – подшипник;
7 – лабиринтное уплотнение; 8 – подшипниковый узел

Большим преимуществом полимерных роликов является низкая стоимость эксплуатационных затрат. Роликам не требуется дополнительная смазка. Благодаря незначительной массе, их легко и быстро демонтировать и ставить новые, снижается время обслуживания и сокращается дорогостоящий простой конвейера.

Полимерные ролики, в отличие от металлических, не поддаются воздействию щелочей и кислот, а также мало подвержены воздействию абразивов. Когда стальной ролик изнашивается и ломается, на несущей поверхности образуются острые края, которые могут повредить или разорвать дорогостоящую конвейерную ленту. Это приведет к незапланированному простоя конвейера и большим экономическим убыткам. В свою очередь, порезанная конвейерная лента, движущаяся на высокой скорости, может привести к аварийной ситуации или причинить вред обслуживающему персоналу.

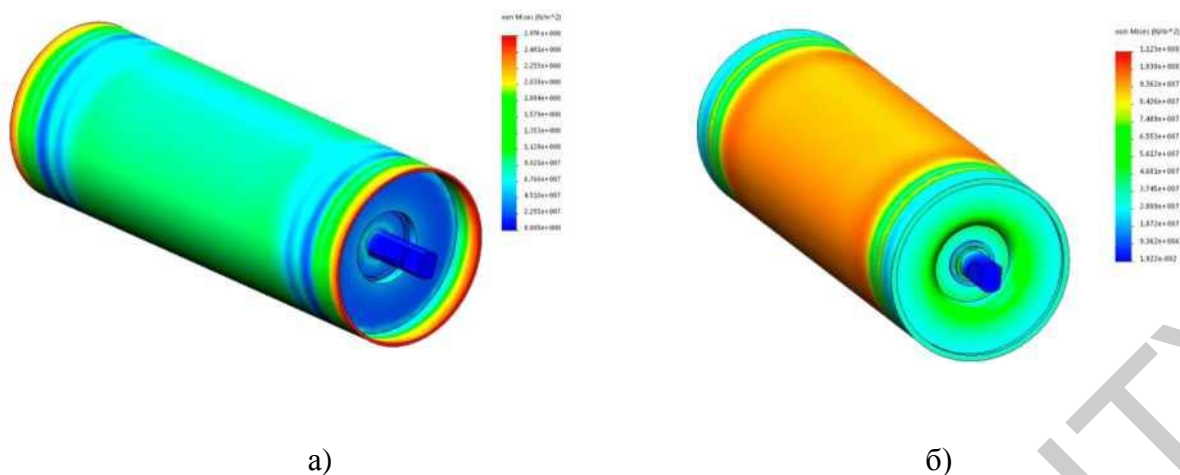


Рис. 3. Напряжённо-деформированное состояние ролика ленточного конвейера:
а – до оптимизации; *б* – после оптимизации

Герметичный подшипник ролика хорошо защищен от попадания влаги и пыли и не требует смазки, имеет прекрасную динамическую балансировку, а незначительная сила трения и малый вес ролика позволяет сократить расход электроэнергии.

Разработаны композиционные материалы для обечайки роликов, придающие им антипиренные свойства. Придание поверхностным слоям роликов (обечайке) антипиренных (повышенная стойкость к горению) характеристик сводит к минимуму вероятность возгораний, случающихся по причинам заклинивания роlikоопорных элементов. Заклинивание деталей роликоточных конвейеров в процессе работы приводит к возникновению условий трения скольжения вместо трения качения, что тем самым повышает предпосылки к увеличению температуры в зоне контактного взаимодействия, температуры и соответственно возникновению очага возгорания. Обеспечение бесперебойной, безопасной работы с низким уровнем затрат на расходные материалы заинтересует большинство потребителей ленточных конвейеров.

Разработанные конструкторско-технологические и материаловедческие решения нашли практическое применение в конструкциях роликов, производимых на заводе железобетонных конструкций ОАО «Гроднопромстрой» (г. Гродно), ОАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством» (г. Солигорск, Минская область), ОАО «Скидельский сахарный комбинат» (г. Скидель, Гродненская область).

Список использованных источников

1. Ленточные конвейеры горной промышленности: исследования и проектирование: монография / Ю.Н. Захаров [и др.]; под науч. ред. Ю.Н. Захарова. - Гродно: ГрГУ им. Янки Купалы, 2012. - 546 с.
2. Захаров, Ю.Н. Напряженно-деформированное состояние стальной и композитной обечайки ролика ленточного конвейера / Ю.Н. Захаров, Р.В. Ищенко // Горная механика и машиностроение. - 2010. - № 3. - С. 4653.