

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ КОНВЕЙЕРНЫХ РОЛИКОВ С РАЗРЕЗНОЙ ОСЬЮ

Разработана конструкция конвейерного ролика с разрезной осью, у которого подшипники практически не имеют пустот, что предотвращает попадание пыли при засасывании воздуха из-за нагрева и остывания ролика. Установлены напряжения и деформации, возникающие во время его нагружения. Проведенные исследования показывают, что формирующиеся под нагрузкой 500 Н деформации обечайки ролика с разрезной осью составляют не более 0,003 мм. При этом максимальные напряжения достигают $1,05 \cdot 10^7$ Н/м², что значительно меньше предела текучести применяемого материала.

Ключевые слова: конвейер, ролик, обечайка, ось, подшипниковый узел, нагрузка, деформация.

Постановка проблемы

Эффективность функционирования ленточных конвейеров во многом зависит от работоспособности роликоопор. Срок службы роликоопор определяется главным образом износом подшипниковых узлов и обечайек роликов. При нормальном состоянии подшипниковых опор ролика его обечайка имеет минимальный износ, а при выходе из строя подшипниковых опор, особенно при заклинивании – обечайка интенсивно изнашивается и эксплуатация ленточного конвейера становится невозможной [1,2].

Анализ последних исследований и публикаций

Исследованию работоспособности роликов ленточных конвейеров посвящен ряд работ [3...7]. Анализ их функциональных параметров выполнен в работах [8...10]. Опыт практической эксплуатации показывает, что во время работы конвейера, когда ролик нагревается, внутри его полости увеличивается давление. Во время остановки, когда ролик остывает – давление внутри его полости снижается и в подшипниковые узлы через уплотнения засасывается пыль, препятствующая нормальной работе подшипников.

Этого недостатка лишены конвейерные ролики с разрезной осью [11,12]. Однако в указанных работах не проведены исследования деформаций обечайки, подшипниковых узлов и оси ролика. Большинство роликов с разрезной осью имеют крепление подшипникового узла на кронштейне роликоопоры, что не позволяет применять их на существующих ленточных конвейерах и требует изготовления специальных кронштейнов. Настоящая статья является продолжением указанных исследований.

Цель (задачи) исследования

Цель работы заключается в установлении деформаций обечайки ролика с разрезной осью, что позволит обосновать параметры его крепления на ставе ленточного конвейера.

Основной материал исследования

Общий вид разработанного ролика с разрезной осью показан на рис. 1. В его состав входит моноблочная обечайка, имеющая закрытую герметичную внутреннюю полость и две внешние полости для размещения подшипниковых узлов с полуосью.

В подшипниковом узле используется двухрядный подшипник с закрытым исполнением и со смазкой на весь период эксплуатации. Объем внешней полости значительно меньше объема внутренней полости, а подшипник практически не имеет пустот, что предотвращает попадание пыли при засасывании воздуха из-за нагрева и остывания ролика.

Две полуоси подшипникового узла образуют разрезную ось, присоединительные размеры которой не отличаются от размеров стандартного ролика. Это обеспечивает взаимозаменяемость разных типов роликов без дополнительных изменений в конструкции роликоопор ленточного конвейера. При этом длина двух полуосей значительно меньше длины сплошной оси, что позволяет снизить общую массу ролика.

Однако обечайка ролика с разрезной осью воспринимает дополнительные изгибные напряжения, которые обычно воспринимает сплошная ось.

Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании роликоопоры ленточного конвейера.

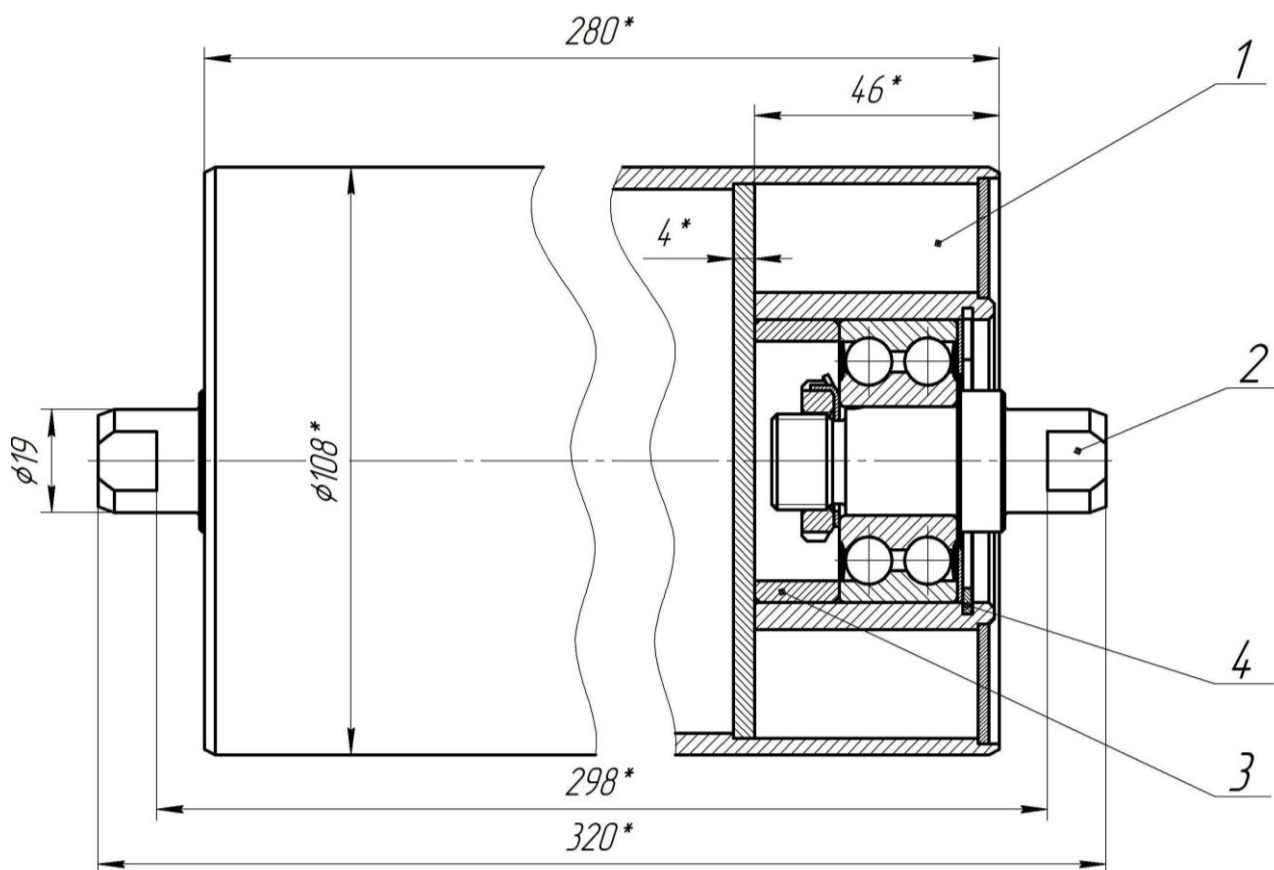


Рис. 1. Общий вид конвейерного ролика с разрезной осью:
 1 – корпус; 2 – подшипниковый узел; 3 – упорная втулка; 4 – стопорное кольцо

Для проведения исследований напряжений в обечайке разработана 3D-модель ролика с разрезной осью, общий вид которой показан на рис. 2, что позволило с использованием метода конечных элементов определить напряжения, перемещения и деформации, возникающие во время нагружения обечайки.

В качестве материала для обечайки и полуосей принята обычная углеродистая сталь с пределом текучести $2,206 \cdot 10^8$ Н/м² и пределом прочности при растяжении $3,998 \cdot 10^8$ Н/м². Ее плотность равна 7800 кг/м³, коэффициент Пуассона – 0,28, модуль упругости – $2,10 \cdot 10^{11}$ Н/м², а модуль сдвига – $7,90 \cdot 10^{10}$ Н/м².

Исследования проводились с использованием программного обеспечения SOLIDWORKS Simulation. Для этого первоначально выполнялась имитация закрепления концов оси ролика. Причем один из концов оси жестко фиксировался, а другой размещался в направляющих с возможностью продольного смещения относительно кронштейна роликоопоры конвейерного става.

Далее к верхней части обечайки прикладывались распределенные нагрузки. Зона действия нагрузок ограничивалась эллипсом, наибольшая ось которого принималась равной длине обечай-

ки, а наименьшая соответствовала углу обхвата ролика конвейерной лентой. Результирующая нагрузка составляла 500 Н, что было обусловлено прочностью кронштейнов роликоопор. После этого выполнялась разбивка составных частей ролика на конечные элементы. В завершение проводилось моделирование напряжений в обечайке ролика, результаты которого приведены на рис. 2.

Анализ исследований показал, что максимальные напряжения в обечайке достигаются в центральной части зоны нагружения и составляют $1,05 \cdot 10^7$ Н/м². Указанные напряжения не превышают предел текучести принятого материала.

Результаты моделирования статических перемещений обечайки ролика под нагрузкой показаны на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что максимальные статические перемещения обечайки ролика с разрезной осью составляют не более 0,004 мм. Аналогично определялась деформация ролика. При нагрузке 500 Н максимальная эквивалентная деформация составляла $2,75 \cdot 10^{-5}$. В итоге коэффициент жесткости обечайки, равный силе, вызывающей единичное перемещение в характерной точке, составит $1,67 \cdot 10^5$ Н/мм.

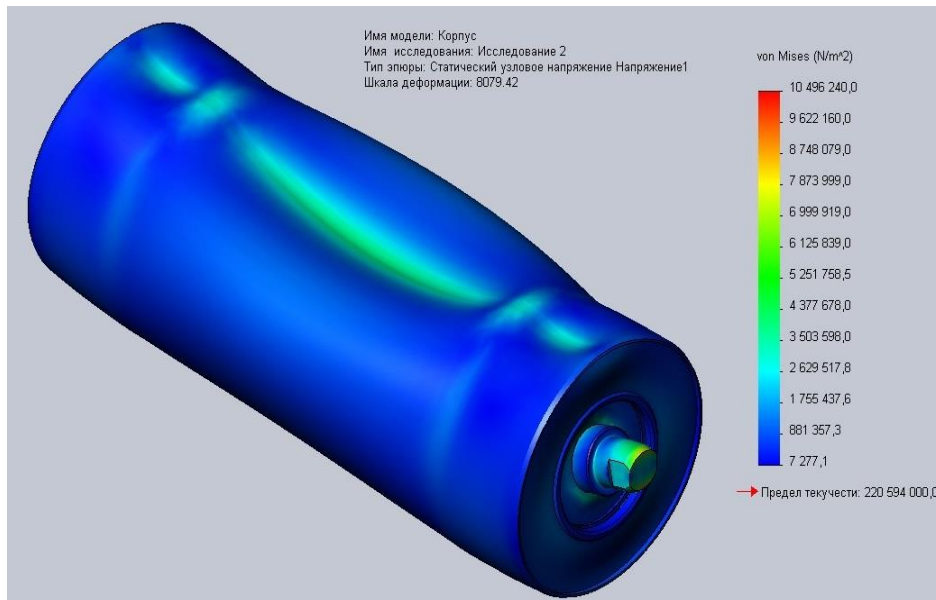


Рис. 2. Результаты моделирования напряжений в обечайке ролика

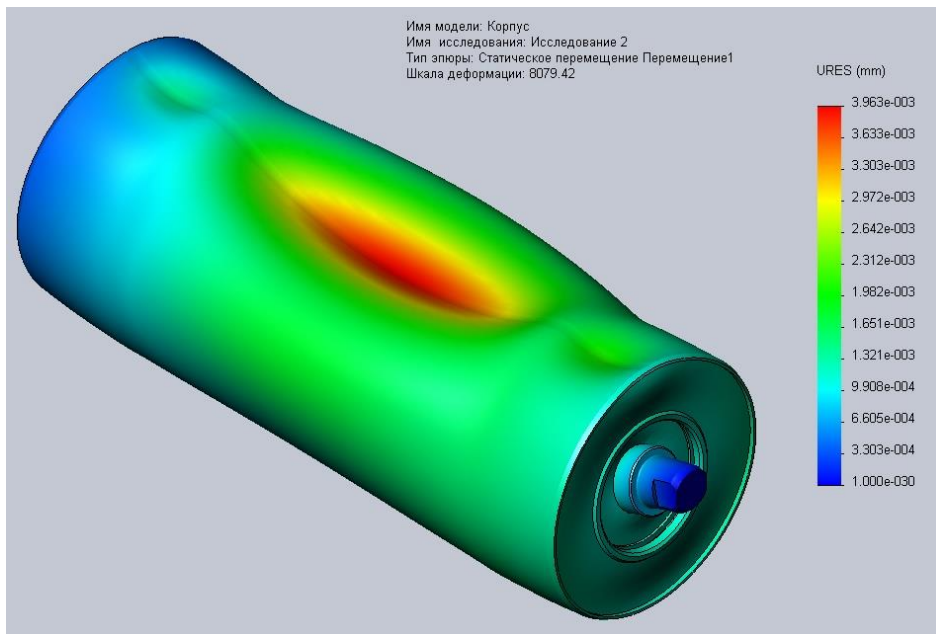


Рис. 3. Результаты моделирования статических перемещений обечайки ролика под нагрузкой

Выводы

Разработанная конструкция конвейерного ролика с разрезной осью предотвращает попадание пыли при засасывании воздуха из-за нагрева и остывания обечайки. Его конструкция обеспечивает взаимозаменяемость с различными типами роликов и не требует дополнительных изменений кронштейнов конвейерного става.

Проведенные исследования 3D-модели ролика с разрезной осью показывают, что возникающие под нагрузкой 500 Н деформации обечайки ролика с разрезной осью составляют не более 0,004 мм. При этом максимальные напряжения в обечайке достигают $1,05 \cdot 10^7$ Н/м², что значительно ниже предела прочности материала, из которого она изготавливается.

Список литературы

1. Расчеты и проектирование транспортных средств непрерывного действия: учеб. пособие для вузов. / А.И. Барышев [и др.]; под общ. ред. В.П. Кондрахина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Донецк: ГОУВПО «ДонНТУ», 2017. – 689 с.
2. Проектирование и конструирование транспортных, подъемных машин и комплексов / В.А. Будишевский [и др.]; под общ. ред. В.А. Будишевского. – Донецк: Норд-Пресс, 2009. – 599 с.
3. Корнеев, С.В. Анализ факторов, определяющих силу сопротивления вращению роликов ленточных конвейеров / С.В. Корнеев, В.П. Долгих // Сборник трудов ДонГТУ. – 2013. –

- Вып.41. – С. 33-36.
4. Корнеев, С.В. Сопротивление движению конвейерной ленты, возникающее при прохождении роликкоопоры / С.В. Корнеев, В.П. Долгих // Горное оборудование и электромеханика. – 2015. – №94. – С. 20-25.
 5. Скляр, В.Н. Экспериментальные исследования роликов шахтных ленточных конвейеров повышенной долговечности / Вестник Донецкого национального технического университета. – 2017. – №4(10). – С. 34-38.
 6. Скляр, В.Н. Разработка ролика шахтных ленточных конвейеров повышенной долговечности и ремонтпригодности / Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. – №2. – С. 194-200.
 7. Суглобов, В.В. Экспериментальные исследования ленточных конвейеров в производственных условиях / В.В. Суглобов, П.А. Гринько // Наука и производство. – 2017. – Вып.17. – С. 77-81.
 8. Yuan, X. Q. Analysis and Design of the Roller for Belt Conveyor Based on ANSYS / X. Q. Yuan, S. Y. Yang, Q. Y. Niu // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol.1027. – P. 315-319.
 9. Furmanik, K. J. Analysis of load application on idler roller bearing of belt conveyor in different dynamic models / Journal of Friction and Wear. – 2009. – Vol.30. Iss.2. – P. 142-147.
 10. Fedorko, G. The Calculation of Force Effects of a Conveyor Belt of the Pipe Conveyor to Forming Rollers by FEM / G. Fedorko, V. Molnár, P. Michalik // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – Vol.806. – P. 181-186.
 11. Подъемно-транспортные машины / М.П. Александров. – 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1985. – 520 с.
 12. Транспорт на горных предприятиях / Б.А. Кузнецов [и др.]; под ред. Б.А. Кузнецова. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1976. – 550 с.

V.N. Sklyarov

Donetsk National Technical University (Donetsk)

THE DEFORMATIONS STUDY OF CONVEYOR ROLLERS WITH A SPLIT AXLE

Background. The paper deals with the reasons for reducing the durability and efficiency of belt conveyors, consisting in the ingress of dust into the inner cavity of the bearings when the air sucked due to heating and cooling of the rollers supporting the belt of the roller carriage.

Materials and/or methods. The author carried out the analysis of researches and publications on the subject, including an analysis of the functional parameters. A 3D-model of the roller with a split axle developed for stress studies in the roller shell.

Results. The study of the 3D-model of the roller with the split axle shows that the deformation of the roller shell with the split axle occurring under load of 500 N is not more than 0.004 mm, while the maximum stresses in the shell reach $1.05 \cdot 10^7$ N/m², which is much lower than the ultimate strength of the material from which it is made.

Conclusion. The maximum stresses in the roller shell indicate that they are significantly lower than the tensile strength of the material from which it is made.

Keywords: conveyor, roller, shell, axle, bearing unit, load, deformation.

Сведения об авторе

В.Н. Скляр

SPIN-код: 5546-1135

ORCID iD: 0000-0002-9630-9592

Телефон: +380 (62) 301-08-54

Эл. почта: vladimirkol777@mail.ru

Статья поступила 09.01.2019 г.

© В.Н. Скляр, 2019

Рецензент д.т.н., проф. О.Е. Шабаев