

УДК 622.6

**СТЕНДОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЮ
КОНВЕЙЕРНЫХ РОЛИКОВ В СООТВЕТСТВИИ С DIN 22112-3 ГЕРМАНИИ****Ширямов Дмитрий Александрович,**
аспирант, e-mail: shiryamov@list.ruКузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия,
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28**Аннотация**

В статье описано устройство и принцип работы разработанного лабораторного стенда, который позволяет имитировать реальные режимы эксплуатации конвейерных роликов с возможностью непрерывного измерения их сопротивления вращению. Возможность регулировки скорости вращения и значения внешней нагрузки прикладываемой к ролику позволит установить влияние этих факторов на изменение величины сопротивления вращению. Основной целью исследований на данной установке является изучение тепловых процессов протекающих в неисправном конвейерном ролике, что позволит разработать методику оценки фактического технического состояния роликов по величине их рабочей температуры. Вопросы влияния степени и характера износа подшипниковых узлов на изменение их сопротивления вращению, а также согласованность величины сопротивления с такими диагностическими параметрами роликов, как рабочая температура или механическая вибрация, изучены недостаточно полно.

Ключевые слова: ленточный конвейер, ролик, сопротивление вращению, стенд.

Наиболее перспективным способом обслуживания роликового става ленточного конвейера является обслуживание по фактическому состоянию опорных роликов [1], что позволяет достичь экономии электроэнергии, повысить надежность и безопасность эксплуатации конвейерной установки.

Известно, что основной причиной выхода из строя роликов является отказ их подшипников качения. Так как любой износ подшипников ролика сопровождается постепенным ростом сопротивления вращению, то было предложено оценивать техническое состояние роликов по величине относительного изменения сопротивления. Кроме того, этот параметр оказывает влияние на функциональное состояние всего ленточного конвейера в целом. Однако определить текущее сопротивление вращению ролика без его демонтажа с конвейера возможно только с применением методов неразрушающего контроля.

К настоящему времени предложено достаточно большое количество способов и методик диагностики конвейерных роликов [2-8]. Однако обзор существующих научных работ позволил установить, что вопросы влияния степени и характера износа подшипниковых узлов на изменение их сопротивления вращению, а также согласованность величины сопротивления с такими диагностическими параметрами роликов, как рабочая температура или механическая вибрация, изучены недостаточно полно. Поэтому требуется проведение дальнейших экспериментальных и теоретических исследований, а также анализ работоспособности конвейерных роликов в промышленных условиях.

В КузГТУ на кафедре горных машин и ком-

плексов ведется работа по созданию новых средств и методов диагностики конвейерных роликов [9, 10]. Следующим этапом научных исследований является изучение влияния неисправности подшипниковых узлов ролика на изменение его теплового поля в процессе работы. В дальнейшем результаты исследования позволят разработать методику оценки фактического технического состояния роликов по величине их рабочей температуры.

Для воссоздания в лабораторных условиях реальных эксплуатационных режимов работы ролика на конвейере, с возможностью изменения скорости его вращения и величины внешней нагрузки, необходимо было спроектировать и изготовить экспериментальную установку.

В мировой практике для экспертизы и испытаний конвейерных роликов используются специализированные стенды, которые позволяют оценивать технические параметры ролика при имитации характерных условий его эксплуатации. Таким образом, наиболее подходящую конструкцию одного из известных решений можно будет взять за прототип при разработке.

Так для определения сопротивления вращению ролика по ГОСТу Р 51042-97 [11] используется установка (рис. 1), которая состоит из станины со шпинделем и задней бабкой для зажима и приведения оси испытуемого ролика во вращение. Перед испытанием на ролик устанавливаются грузовые кольца, которые имитируют реальную нагрузку создаваемую лентой конвейера и транспортируемым грузом. На обечайке ролика также закрепляется рычаг, опирающийся на силоизмерительное устройство. Недостатком стенда является несоответствие режима работы ролика (ось ролика

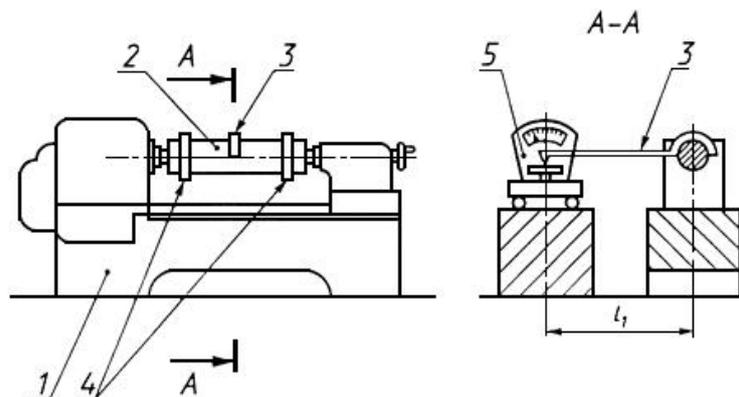


Рис. 1. Схема стэнда для определения сопротивления вращению конвейерных роликов:
1 – станина стэнда со шпинделем и задней бабкой для зажима и приведения оси ролика во вращение; 2 – испытуемый ролик; 3 – рычаг; 4 – кольцо нагрузочное; 5 – силоизмерительное устройство

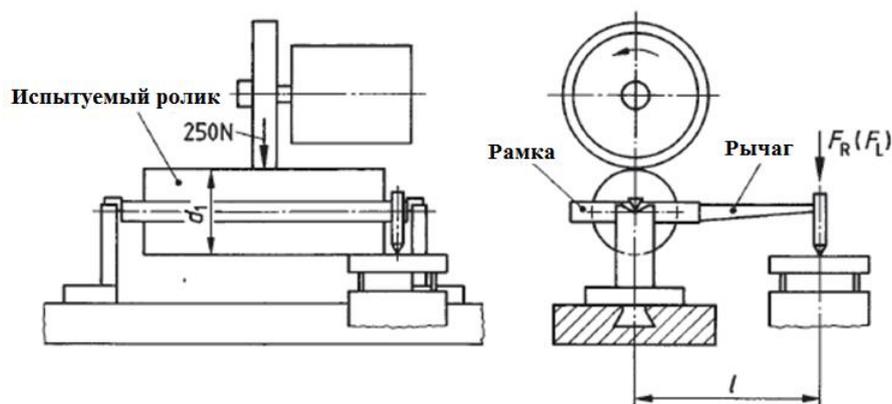


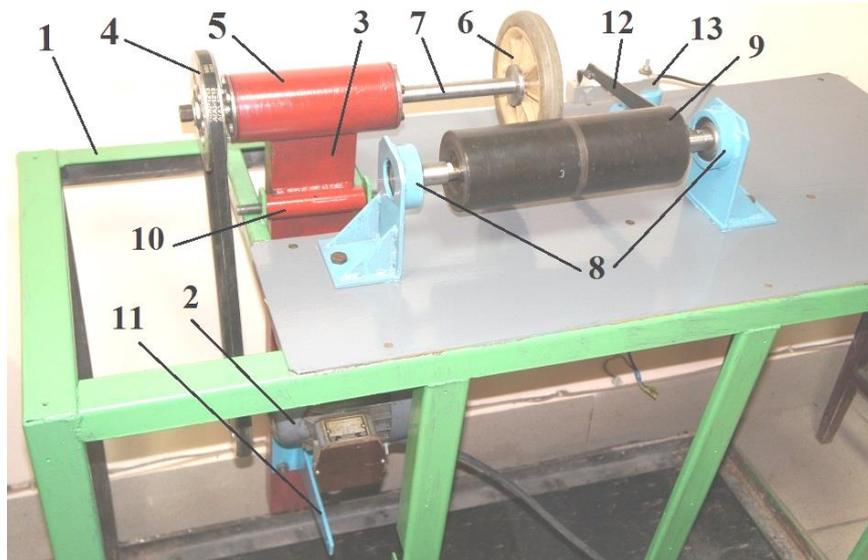
Рис. 2. Стэнда для определения сопротивления вращению конвейерных роликов

находится во вращении, а обечайка – неподвижна) и сложность изменения величины нагрузки на исследуемый ролик.

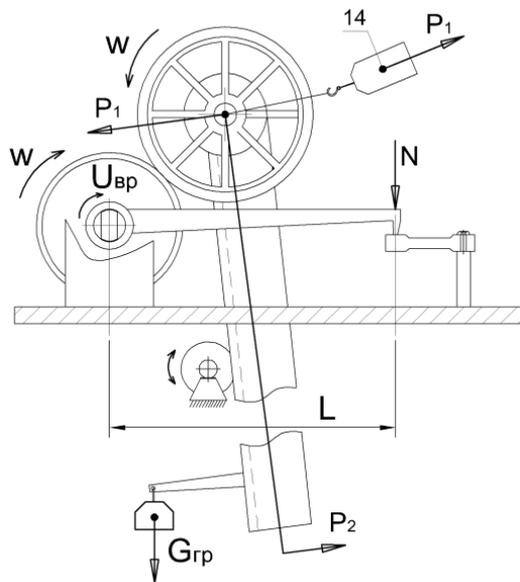
В соответствии со стандартом DIN 22112-3 Германии [12] для определения сопротивления вращению конвейерных роликов измерительная установка должна иметь возможность вращения обечайки ролика, как при работе на реальном конвейере, чтобы снимать момент сопротивления подшипниковых узлов с оси ролика. Конструкция такого стэнда представлена на рис. 2. Исследуемый ролик устанавливается в специальные опоры с рамкой, на которой закреплен рычаг, опирающийся на силоизмерительный прибор. Вращение обечайки осуществляется приводным колесом, которое создает нагрузку на ролик 250 Н. Частота вращения обечайки 650 об/мин. Недостатками этого стэнда является отсутствие возможности изменения величины нагрузки на исследуемый ролик и регулировки взаимного положения ролика с нагрузочным колесом относительно друг друга для воссоздания режима работы боковых роликов.

С устранением указанных недостатков при

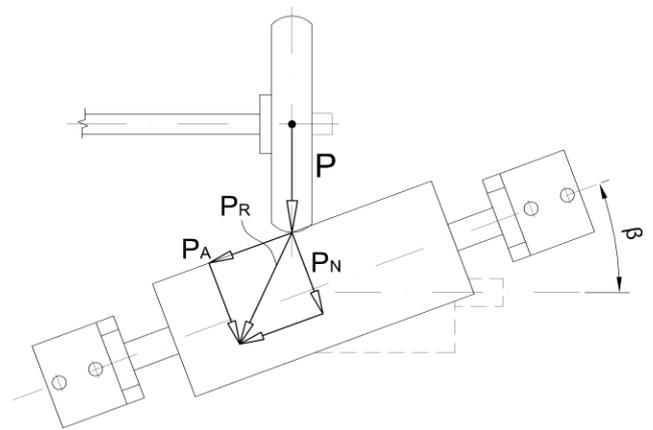
проектировании лабораторной установки по исследованию сопротивления вращению конвейерных роликов за прототип был взят стэнд из немецкого стандарта. Общий вид представлен на рис. 3. Стэнд состоит из: рамы 1; электродвигателя 2 мощностью 0,6 кВт с частотой вращения 1480 об/мин, установленного на коромысле 3; клиноременной передачи 4; приводного механизма, состоящего из подшипникового узла 5 и колеса 6, закрепленного на оси 7; подшипниковых опор 8, в которые зажимается исследуемый ролик 9 таким образом, что его ось сохраняет возможность вращения относительно обечайки. Коромысло 2 установлено на раме стэнда шарнирно 10, что позволяет, меняя груз на рычаге 11, регулировать нагрузку на ролик. На оси ролика закрепляется рычаг 12, который вторым концом опирается на консольный тензодатчик 13. Усилие прижатия приводного колеса 6 к ролику 9 измеряется динамометром 14. Скорость вращения выходного вала двигателя регулируется частотным преобразователем.



а)



б)



в)

Рис. 3. Стенд для исследования сопротивления вращению конвейерных роликов: а) общий вид; б) схема сил; в) имитация нагрузки бокового ролика: β - угол наклона ролика от горизонтального положения;

P_N и P_A - составляющие нормальной и осевой нагрузки; P_R - результирующая нагрузка

После запуска электродвигателя через приводное колесо 6 вращение передается на исследуемый ролик 9. При этом в результате сопротивления в подшипниковых узлах $U_{вр}$ (Н) ось ролика отклоняется от своего первоначального положения, что фиксируется тензодатчиком 13. Момент M_1 (Н·мм), вызывающий отклонение оси, может быть определен по формуле

$$M_1 = U_{вр} \cdot r_{ср},$$

где $r_{ср}$ - средний радиус подшипника, мм.

При этом на оси ролика возникает момент M_2 , который равен произведению усилия N (Н), фиксируемого тензодатчиком, на плечо рычага ℓ (мм):

$$M_2 = N \cdot \ell.$$

Так как моменты M_1 и M_2 равны, то имеем:

$$r_{cp} \cdot U_{ep} = N \cdot \ell.$$

Выразив из данного уравнения сопротивление вращению, получим

$$U_{ep} = \frac{N \cdot \ell}{r_{cp}}.$$

Снимая показания с тензодатчика 13 возможно непрерывно оценивать сопротивление вращению исследуемого ролика и отслеживать динамику его изменения во времени. Максимально возможный диаметр испытываемых роликов – 219 мм, длина обечайки – 800 мм.

Основной целью экспериментальных ис-

следований на данной установке является изучение тепловых процессов протекающих в неисправном конвейерном ролике, что позволит определить наиболее информативные точки измерения температуры по длине ролика и установить основные закономерности движения тепловых полей в ролике при различных режимах эксплуатации. Кроме того управляя параметрами величины нагрузки и скорости вращения ролика будет возможно изучить влияние этих факторов на изменение сопротивления вращению, как при центральном, так и при боковом положении ролика в роликкоопоре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кравченко В.М.* Прогнозирование времени технического обслуживания роликового става ленточного конвейера при эксплуатации на горных предприятиях. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. – М., 1992. – 19 с.
2. *Мелькумов Л.Г., Эйгенборг В.М. [и др.]* Патент № 632623 СССР, МПК В65G43/00. Способ обнаружения неподвижных роликов ленточного конвейера.
3. *Ефименко Л.И., Тиханский М.П. [и др.]* Патент № 1770130 А1 СССР, МПК В65G43/02. Способ определения наличия неисправных роликов ленточного конвейера и их местоположения.
4. *Ефименко Л.И., Назаренко В.М [и др.]* Патент № 1710463 А1 СССР, МПК В65G43/00. Способ определения технического состояния роликкоопор ленточного конвейера.
5. *W. Li, Z. Wang, Z. Zhu, G. Zhou, and G. Chen*, "Design of online monitoring and fault diagnosis system for belt conveyors based on wavelet packet decomposition and support vector machine" *Advances in Mechanical Engineering*, vol. 5, pp.1-10, 2013.
6. *V. Freeman* Патент № US 7673739 В2, МПК В65G43/00. Apparatus and method for in-belt conveyor idler condition monitoring.
7. *Гавриленко Б.В.* Устройство контроля температурных режимов работы магистрального ленточного конвейера / Макаров А.В., Гавриленко Б.В. // Тезисы докладов XI международная научно-техническая конференция "Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых". – Донецк, ДОНТУ – 2011, С. 124-126.
8. *Антоняк Е.* Сравнение методов измерения, используемых для оценки технического состояния роликов / Е. Антоняк // Горный информационно-аналитический бюллетень, № 1. –Москва. -2006, -С. 305-309.
9. *Захаров А.Ю.* Датчик для бесконтактного измерения температуры роликов ленточного конвейера во время его работы / А.Ю. Захаров, Д.А. Ширямов // Сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Современные тенденции и инновации в науке и производстве». – Кемерово, 2014. – С. 34-35.
10. *Захаров А.Ю.* Динамическое измерение температуры роликов ленточного конвейера на основе приемника IRA-E420S1 [Электронный ресурс] / А.Ю. Захаров, Д.А. Ширямов // Сборник материалов VI Всерос., 59-й научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая». – Кемерово, 2014. – Режим доступа <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2014/materials/>
11. ГОСТ Р 51042-97. Конвейеры шахтные ленточные. Методы испытаний.
12. DIN 22112-3. Belt conveyors for underground coalmining – Idlers – Part 3: Testing.

Поступило в редакцию 15.05.2015

BENCH MEASURING THE RESISTANCE TO ROTATION OF BELT CONVEYOR IDLERS ACCORDING TO DIN 22112-3 OF GERMANY

Shiryamov Dmitriy A.,
PhD student, e-mail: shiryamov@list.ru

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract

In the article are describes the structure and principle of operation of the test bench which allows to simulate the real operating conditions of belt conveyor idlers with the possibility of continuous measurement of resistance to rotation. The ability to adjust the speed of rotation and the values of the external loads applied to the roller will allow to determine the influence of these factors on the change in the magnitude of resistance to rotation. The main purpose of the research in this installation is the study of thermal processes proceeding in a faulty conveyor roller that will allow you to design the evaluation of the actual technical condition of the rollers according to their operating temperature. The impact of the extent and nature of wear of the bearing units at changing the resistance to rotation, and the consistency between the resistance value of such diagnostic parameters of the rollers, as operating temperature or mechanical vibration, are studied insufficiently.

Keywords: belt conveyor, idler, the resistance to rotation, experimental stand.

REFERENCES

1. Kravchenko V.M. Prognozirovanie vremeni tehničeskogo obsluzhivaniya rolіkovogo stava lentochного konvejera pri jekspluatácii na gornyh predpriyatijah. Avtoref. dis. na soisk. učen. step. kand. tehn. nauk. – M., 1992. – 19 p. (rus)
2. Mel'kumov L.G., Jejgenbort V.M., Sidorov E.E., Drozhnikov V.V. Patent № 632623 SSSR, MPK B65G43/00. Sposob obnaruzhenija nepodviznyh rolіkov lentochного konvejera. (rus)
3. Efimenko L.I., Tihanskij M.P., Nazarenko V.M., Solohnenko R.G., Sholtysh V.P. Patent № 1770130 A1 SSSR, MPK B65G43/02. Sposob opredelenija nalichija neispravnyh rolіkov lentochного konvejera i ih mestopolozhenija. (rus)
4. Efimenko L.I., Nazarenko V.M., Solohnenko R.G., Sholtysh V.P., Savickij A.I., Shajdjuk V.V. Patent № 1710463 A1 SSSR, MPK B65G43/00. Sposob opredelenija tehničeskogo sostojanija rolіkoopor lentochного konvejera. (rus)
5. W. Li, Z. Wang, Z. Zhu, G. Zhou, and G. Chen, "Design of online monitoring and fault diagnosis system for belt conveyors based on wavelet packet decomposition and support vector machine" *Advances in Mechanical Engineering*, vol. 5, pp.1-10, 2013.
6. V. Freeman Патент № US 7673739 B2, МПК B65G43/00. Apparatus and method for in-belt conveyor idler condition monitoring. (rus)
7. Gavrilenko B.V. Ustrojstvo kontrolja temperaturnyh rezhimov raboty magistral'nogo lentochного konvejera / Makarov A.V., Gavrilenko B.V. // Tezisy dokladov XI mezhdunarodnaja nauchno-tehničeskaja konferencija "Avtomatizacija tehnologičeskikh ob#-ektov i processov. Poisk molodyh". – Doneck, DonNTU – 2011, pp. 124-126. (rus)
8. Antonjak E. Sravnenie metodov izmerenija, ispol'zuemyh dlja ocenki tehničeskogo sostojanija rolіkov / E. Antonjak // Gornyj informacionno-analitičeskij bjulleten', no 1. –Moskva. -2006, -pp. 305-309. (rus)
9. Zaharov A.Ju. Datchik dlja beskontaktnogo izmerenija temperatury rolіkov lentochного konvejera vo vremja ego raboty / A.Ju. Zaharov, D.A. Shirjamov // Sbornik materialov III Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii «Sovremennye tendencii i innovacii v nauke i proizvodstve». – Kemerovo, 2014. – pp. 34-35. (rus)
10. Zaharov A.Ju. Dinamičeskoe izmerenie temperatury rolіkov lentochного konvejera na osnove priemnika IRA-E420S1 [Jelektronnyj resurs] / A.Ju. Zaharov, D.A. Shirjamov // Sbornik materialov VI Vseros., 59-j nauchno-praktičeskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Rossija molodaja». – Kemerovo, 2014. – Rezhim dostupa <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2014/materials/> (rus)
12. DIN 22112-3. Belt conveyors for underground coalmining – Idlers – Part 3: Testing

Received 15.05.2015