

УДК (UDC) 621.86

## СИСТЕМА ТЕПЛООВОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

## THERMAL DIAGNOSIS SYSTEM OF BELT CONVEYORS

Гончаров К.А.  
Goncharov K.A.Брянский государственный технический университет (Брянск, Россия)  
Bryansk State Technical University (Bryansk, Russian Federation)

**Аннотация.** Ленточные конвейеры являются одним из наиболее сложных объектов диагностики технического состояния в связи с взаимодействием на протяженных участках трасс элементов рабочего процесса различного генезиса: сыпучий груз - упругая грузонесущая лента - жесткие несущие конструкции. Различия в природе происхождения и особенностях механической работы указанных элементов предполагают наличие дифференцированного подхода к диагностированию технического состояния ленточных конвейеров при эксплуатации с применением специфического оборудования. При этом в современных промышленных условиях широко используются способы диагностирования на основе новых или ранее не применявшихся физических явлений. В статье впервые предложена система теплового диагностирования узлов, агрегатов и элементов ленточных конвейеров, основанная на результатах ряда проведенных экспериментальных исследований. Показаны преимущества и недостатки теплового диагностирования транспортирующих машин в движении. Предложены базовые положения теплового диагностирования, позволяющие гармонично интегрировать предложенную систему в существующий комплекс мероприятий по контролю технического состояния ленточных конвейеров на стадиях монтажа и эксплуатации в виде дополнительных рекомендаций и отчетных документов. Обобщены результаты экспериментальных исследований рабочих процессов ленточных конвейеров методом теплового диагностирования и разработаны поэлементные рекомендации при проведении теплового контроля, объединенные в общую методику.

**Ключевые слова:** экспериментальное исследование, тепловой контроль, ленточный конвейер, привод, мотор-барабан, система диагностирования.

**Дата принятия к публикации:** 18.11.2021  
**Дата публикации:** 25.03.2022

**Сведения об авторах:**

**Гончаров Кирилл Александрович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,  
e-mail: [ptm\\_bstu@mail.ru](mailto:ptm_bstu@mail.ru).

ORCID: 0000-0002-5895-1162

**Abstract.** Belt conveyors are one of the most difficult objects of technical condition diagnostics due to the interaction of elements of the work process of various genesis on extended sections of the routes: bulk cargo - elastic load-carrying belt - rigid load-bearing structures. Differences in the nature of the origin and the features of the mechanical operation of these elements suggest the presence of a differentiated approach to diagnosing the technical condition of belt conveyors when operating with the use of specific equipment. At the same time, in modern industrial conditions, diagnostic methods based on new or previously unused physical phenomena are widely used. The article is the first to propose a system for thermal diagnostics of units, assemblies and elements of belt conveyors, based on the results of a number of experimental studies. The advantages and disadvantages of thermal diagnostics of transporting machines in motion are shown. The basic provisions of thermal diagnostics are proposed, which make it possible to harmoniously integrate the proposed system into a well-established set of measures for monitoring the technical condition of belt conveyors at the stages of installation and operation in the form of additional recommendations and reporting documents. The results of experimental studies of the working processes of belt conveyors by the method of thermal diagnostics are generalized and element-by-element recommendations for conducting thermal control are developed, combined into a general method.

**Keywords:** experimental study, thermal control, belt conveyor, drive, motor drum, diagnosis system.

**Date of acceptance for publication:** 18.11.2021  
**Date of publication:** 25.03.2022

**Authors' information:**

**Kirill A. Goncharov** – PhD in Technical Sciences, associate Professor, head of the Department "Handling machinery and equipment" at Bryansk State Technical University, e-mail: [ptm\\_bstu@mail.ru](mailto:ptm_bstu@mail.ru).

ORCID: 0000-0002-5895-1162

**Благодарности**

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда  
№ 22-29-00798*

**Acknowledgements**

*The study was supported by the grant of Russian science Foundation (project No. 22-29-00798)*

**Введение**

Ленточные конвейеры являются достаточно сложными объектами с позиции контроля их технического состояния. В частности, протяженные (магистральные) конвейеры требуют значительных усилий и затрат при визуальном осмотре во время обхода из-за конфигураций трасс, наличия значительного числа объектов контроля (роликов, элементов става, ленты значительной длины), необходимости пошагового применения стационарной диагностической аппаратуры, частой невозможности остановки конвейеров, работающих в непрерывном режиме.

Организационные структуры систем эксплуатации ленточных конвейеров различны и зависят от возможностей предприятий-изготовителей и предприятий, непосредственно эксплуатирующих объекты. При этом важнейшей частью каждой из таких структур являются подсистемы диагностирования технического состояния конвейера.

Целью технической диагностики подъемно-транспортной техники, согласно [1], является повышение надежности соответствующих видов машин и оборудования, эффективности их использования и увеличение ресурса вследствие сокращения трудовых, временных и материальных затрат во всех периодах эксплуатации за счет обеспечения оптимальных режимов функционирования, технического обслуживания и ремонта. Дополнительно, в качестве одной из первостепенных задач диагностики в работе [1] выделяется распознавание технического состояния машины в условиях ограниченной информации. Указанная задача, как правило, решается созданием и реализацией плана упреждающих мероприятий в области контроля технического состояния конвейера. В источнике [2] дана характеристика различным видам контроля технического состояния ленточных конвейеров, в частности контролю перед пуском, контролю при приеме-сдаче смены, кон-

тролю в процессе работы конвейера, контролю технического состояния различных узлов и элементов конвейера. Каждый из указанных видов контроля подразумевает набор специфических документально фиксируемых диагностических мероприятий, при этом все мероприятия можно условно разделить на две категории: мероприятия, проводимые при остановленном конвейере, и мероприятия, проводимые при движении конвейера.

Парадоксальность диагностирования технического состояния ленточных конвейеров в глобальном плане заключается в том, что наилучшее качество диагностирования совместно с наиболее широким спектром возможностей достигается в случае остановленного конвейера, однако, большую часть рабочего фонда времени ленточные конвейеры проводят в движении, а определенные магистральные конвейеры могут работать без остановки несколько лет, что значительно снижает диагностические возможности обслуживающего персонала.

Согласно [2] во время эксплуатации наряду с общепринятой основной документацией (паспорт, руководство по эксплуатации) ленточные конвейеры дополнительно снабжаются книгой записи осмотра конвейера и ленты, книгой смазки конвейера, книгой приемки и сдачи смены. Все диагностические операции, соответствующие описанным выше видам контроля, вносятся в указанные книги и характеризуются, как правило, применением визуального способа идентификации дефектов элементов машины.

Отдельно стоит выделить существующие специфические особенности диагностирования состояния и положения конвейерных лент, заключающиеся в применении ряда датчиков и концевых выключателей, интегрированных в общую систему управления конвейером. В данном случае диагностирование повреждения происходит автоматически с указанием координаты сработавшего датчика на трассе конвейера.

Таким образом, можно выделить два основных негативных фактора при диагностировании технического состояния протяженного ленточного конвейера:

- частая невозможность остановки конвейера для проведения диагностических мероприятий;
- применение визуального контроля технического состояния элементов конвейера при длительном обходе протяженной трассы, что значительно снижает качество выявления дефектов.

Одним из стремительно развивающихся способов диагностирования в последнее время является тепловой контроль. Однако основное применение тепловой контроль получил исключительно в рамках диагностирования состояния строительных конструкций (тепловых сетей, дымовых труб, элементов котельных и т.п.). Известны работы по применению теплового контроля в рамках диагностирования технического состояния гидроприводов строительных и дорожных машин [3], а также исследований свойств деталей из вновь разрабатываемых полимерных материалов [4].

В работах [7–11] проведен широкий спектр тепловых исследований различных узлов ленточного конвейера в движении с использованием специализированного стенда, описанного в [5, 10, 11]. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что тепловое диагностирование позволяет выявлять специфические особенности работы элементов и узлов ленточных конвейеров [10]. При этом особое значение имеет отсутствие необходимости остановки конвейера для проведения стационарной тепловой съемки, т.к. указанные специфические особенности можно установить только при движении тяговых и грузонесущих элементов [10].

Накопленный в рамках указанных исследований опыт позволяет предложить целостную систему теплового диагностирования ленточных конвейеров.

Целью настоящего исследования является разработка системы теплового диагностирования ленточных конвейеров, включающей перечень подготовительных мероприятий и непосредственно мероприятия при проведе-

нии диагностирования, а также общие подходы к оформлению результатов теплового контроля.

### Система теплового диагностирования

Проведенные в работах [7–11] экспериментальные исследования, ориентированные на изучение работы различных элементов конвейеров, сопровождались совокупностью типовых (в ряде случаев одинаковых) обстоятельств и условий проведения испытаний, что позволяет сформулировать следующие базовые положения общей методики теплового диагностирования ленточных конвейеров [10].

1. Подготовку и проведение теплового контроля целесообразно осуществлять в соответствии с рекомендациями [6].

2. При изучении результатов теплового контроля во всех экспериментальных исследованиях проводится сравнительный анализ собственных температурных значений отдельно для каждого объекта контроля, вследствие чего при представлении результатов обработки данных отсутствует необходимость приведения температур с использованием коэффициента излучения поверхностей.

3. При проведении теплового контроля в сравнительной постановке для каждого отдельного объекта необходимо учитывать качество его поверхностного слоя (отсутствие нарушения лакокрасочных покрытий, применение последовательно сменяющих друг друга покрытий разных цветов и текстуры, что в рамках сравнительного анализа одного объекта приведет к погрешностям из-за различий коэффициента излучения поверхности).

4. Коэффициент излучения поверхности является величиной справочной и усредненной, поэтому при необходимости учета абсолютных значений температур поверхностей элементов конвейеров (при проведении контроля в запыленных помещениях, в неблагоприятных климатических условиях) отношение к полученным результатам может быть доверительным, но критическим. Для принятия технических решений по результатам такого контроля, влекущих значительные

экономические затраты, целесообразно проводить дополнительные к тепловому контролю экспериментальные исследования. При этом в сравнительной постановке тепловой контроль является достаточным для получения общей картины работы узлов и элементов ленточных конвейеров.

5. В основу теплового контроля элементов ленточного конвейера положена идея выделения тепловой энергии в результате работы элементов ленточного конвейера и их взаимодействия друг с другом.

При осуществлении теплового контроля в сравнительной постановке необходимо иметь эталонные образцы результатов для сравнения с результатами диагностирования во время эксплуатации. Каждый эталонный образец результатов является уникальным для различных конвейеров, отражает особенности конструкции конкретной машины, особенности примененных материалов и покрытий с собственными значениями коэффициента излучения поверхности. Таким образом, целесообразно установить четыре базовые стадии теплового диагностирования любого конвейера [10].

1. Проведение тестового теплового контроля после предварительной сборки и обкатки конвейера внутри предприятия-изготовителя (в результате составляется тепловая карта работы конвейера в холостом режиме с указанием рабочих температур для каждого элемента). Тепловая карта представляет собой набор расшифрованных термограмм каждого узла конвейера, подлежащего тепловому контролю, с указанием температур характерных точек узла. В данном случае целесообразно установить обязательный количественный минимум таких характерных точек – суммарное количество поверхностей контроля в рамках одной тепловой фотографии, отличающихся применением различного материала и различного цвета поверхности. Тепловые фотографии целесообразно выполнять в позиции, которую беспрепятственно можно будет повторить при выполнении фотографии при реальной эксплуатации конвейера на объекте заказчика, что позволит более качественно сравнивать результаты диагностирования с эталонными значениями. Каждая тепловая фотография

должна сопровождаться данными о значении температуры воздуха окружающей среды в момент фотографирования.

2. Проведение тестового теплового контроля после сборки и обкатки конвейера внутри эксплуатирующего предприятия (в результате составляется тепловая карта работы конвейера в холостом режиме с указанием рабочих температур для каждого элемента в рамках условий эксплуатации). При сравнении тепловых карт вносятся корректировки в документы по эксплуатации в части уточнения рабочих температур узлов конвейера и окружающей среды в холостом режиме работы.

3. Проведение тестового теплового контроля после сборки и обкатки конвейера внутри эксплуатирующего предприятия под нагрузкой (в результате составляется тепловая карта работы конвейера в нагруженном режиме в рамках условий эксплуатации). При сравнении тепловых карт вносятся корректировки в документы по эксплуатации в части уточнения рабочих температур узлов конвейера при работе с номинальной производительностью.

4. Проведение периодического теплового контроля в процессе эксплуатации (в результате составляются тепловые карты работы конвейера в зависимости от сезонности, а также в условиях приработки и выхода из строя различных элементов). Сравнение тепловых карт периодического и тестового контроля позволяет создавать статистическую базу эксплуатационных данных, а также совершенствовать процессы планирования эксплуатации и ремонта, вносить корректировки в процесс проектирования.

С учетом наличия в различных конструкциях ленточных конвейеров типовых узлов можно сформировать поэтапную общую методику теплового диагностирования ленточного конвейера, включающую наименования диагностируемых узлов, цели исследования, пояснения к тепловому контролю, а также возможные профилактические и ремонтные мероприятия, проводимые по результатам диагностирования (табл. 1) [10].

Таблица 1

## Общая методика теплового диагностирования ленточного конвейера

Узел конвейера	Цель исследования	Возможные профилактические и ремонтные мероприятия	Пояснения к тепловому контролю
Приводной барабан	1. Определение качества исполнения футеровки барабана [8]	Осуществление ремонта футеровки, её замена, подбор рационального материала футеровки и её соединения с поверхностью барабана (механическое, клеевое)	Изучение картины распределения температуры по поверхности работающего приводного барабана, определение максимального и минимального значения температуры [8]
	2. Определение качества исполнения опор барабана [8]	Корректировка выбора подшипников, корректировка процессов смазки опорных узлов, выбора и замены смазочных материалов	Измерение температурного уровня опорного узла, определение наиболее нагруженных опор по уровню теплового излучения [8], определение реальной эксплуатационной температуры опорных узлов
	3. Определение качества креплений приводного барабана к элементам става конвейера [8]	Осуществление своевременного ремонта элементов става конвейера и креплений (устранение трещин, замена болтов, шайб, гаек, винтов, шпилек и т.п.)	Повышенный тепловой уровень болтовых соединений свидетельствует об их ослаблении и наличии трения в результате вибраций привода; повышенный тепловой уровень в коротких сварных швах также может свидетельствовать о наличии трещин и трении между элементами в результате вибрации [8]
Зона контакта лент в районе промежуточного привода	1. Определение качества поперечного контакта грузонесущей и тяговой лент	Корректировка положения роликосопор в зоне промежуточного привода, корректировка формы применяемых роликов (бочкообразного профиля и т.п.); корректировка параметров грузочных устройств с целью стабилизации положения груза на ленте	Исследование тепловой картины равномерности распределения температуры по поверхности лент в поперечной ориентации в начале и в конце промежуточного привода [7]
	2. Уточнение условий работы грузонесущей и тяговых лент	Выбор типов лент при проектировании или корректировке выбора при замене согласно температурным режимам в области промежуточного привода (корректировка материалов обкладок и толщин)	Измерение температур поверхностей обкладок лент на участках сбегания и набегаания грузонесущей ленты на тяговую [7, 10]

Продолжение табл. 1

Узел конвейера	Цель исследования	Возможные профилактические и ремонтные мероприятия	Пояснения к тепловому контролю
Зоны контакта роlikоопор верхней и нижней ветви с лентами (в том числе на криволинейных участках)	1. Определение качества нагружения лент с позиции равномерного распределения груза в поперечной ориентации на роlikоопоре	Корректировка параметров загрузочных устройств с целью стабилизации положения груза на ленте	Исследование тепловой картины равномерности распределения температуры по поверхности лент в поперечной ориентации в зоне линейных роlikоопор (верхней и нижней ветвей конвейера) [7]
	2. Определение качества нагружения роlikоопор, равномерности нагружения обечаек роlikов	Корректировка положения роlikоопор, формы применяемых роlikов на конкретных участках трассы конвейера	Исследование тепловой картины равномерности распределения температуры по поверхностям роlikов (верхней и нижней ветвей конвейера) [7]
	3. Определение качества работы роlikов в роlikоопоре, определение качества работы опорных узлов роlikов	Корректировка и подбор роlikов в структуре роlikоопор с учетом особенностей температурных режимов работы их элементов (обечаек, опорных узлов, осей)	Выявление узлов с повышенной температурной нагрузкой (измерение температурного поля торцевых крышек роlikов, опорных подшипников, осей роlikов во время работы) [7]
	4. Определение качества креплений роlikов, роlikоопор и става конвейера	Осуществление своевременного ремонта элементов става конвейера и креплений (устранение трещин, замена болтов, шайб, гаек, винтов, шпилек и т.п.)	Повышенный тепловой уровень болтовых соединений свидетельствует об их ослаблении и наличии трения в результате вибрационного воздействия; повышенный тепловой уровень в коротких сварных швах также может свидетельствовать о наличии трещин и трении между элементами в результате вибрации [7]
Роlikоопоры дефлекторные, амортизирующие (в зоне загрузки), переходные	1. Определение параметров возможного прерывистого контакта лент и дефлекторных роlikов	Корректировка установки дефлекторных роlikов, центрирующих роlikоопор для снижения частоты контакта лент и дефлекторных роlikов	Измерение сравнительных величин температур поверхностей дефлекторных роlikов [7; 10; 11]

Продолжение табл. 1

Узел конвейера	Цель исследования	Возможные профилактические и ремонтные мероприятия	Пояснения к тепловому контролю
	2. Определение качества процесса загрузки (перегрузки в зоне приводов типа «ложный сброс»)	Корректировка параметров загрузочных (перегрузочных) устройств с целью более равномерной загрузки амортизирующих роликоопор	Исследование тепловой картины распределения температур в зоне амортизирующих роликоопор [7, 10, 11]
	3. Определение качества формирования желоба лент на переходных участках	Корректировка положения (углов наклона) боковых роликов переходных роликоопор с целью повышения качества контакта лент и роликов и снижения нагрузки на боковые поверхности лент	Приближенная сравнительная оценка нагружения бортов лент на основе тепловой картины поверхностей боковых роликов переходных роликоопор и поверхности ленты (бортов ленты) [7, 10, 11]
	4. Определение качества работы роликов в роликоопоре, определение качества работы опорных узлов роликов	Корректировка и подбор роликов в структуре роликоопор с учетом особенностей температурных режимов работы их элементов (обечаек, опорных узлов, осей)	Выявление узлов с повышенной температурной нагрузкой (измерение температурного поля торцевых крышек роликов, опорных подшипников, осей роликов во время работы) [7, 10, 11]
	5. Определение качества креплений роликов, роликоопор и става конвейера	Осуществление своевременного ремонта элементов става конвейера и креплений (устранения трещин, замена болтов, шайб, гаек, винтов, шпилек и т.п.)	Повышенный тепловой уровень болтовых соединений свидетельствует об их ослаблении и наличии трения в результате вибрационного воздействия; повышенный тепловой уровень в коротких сварных швах также может свидетельствовать о наличии трещин и трении между элементами в результате вибрации [7, 10, 11]
	Натяжные и отклоняющие барабаны	1. Определение качества исполнения опор барабана [8]	Корректировка выбора подшипников, корректировка процессов смазки опорных узлов, выбора и замены смазочных материалов

Продолжение табл. 1

Узел конвейера	Цель исследования	Возможные профилактические и ремонтные мероприятия	Пояснения к тепловому контролю
	2. Определение качества крепежных натяжных и отклоняющих барабанов к элементам става конвейера [8]	Осуществление своевременного ремонта элементов става конвейера и креплений (устранений трещин, замена болтов, шайб, гаек, винтов, шпилек и т.п.)	Повышенный тепловой уровень болтовых соединений свидетельствует об их ослаблении и наличии трения в результате вибрационного воздействия; повышенный тепловой уровень в коротких сварных швах также может свидетельствовать о наличии трещин и трении между элементами в результате вибрации [8]
Механическая часть привода	1. Определение качества работы муфт, редукторов, тормозов, остановов и других механических частей приводов	Корректировка выбора и возможной замены муфт, редукторов, тормозов или элементов тормоза, остановов; корректировка процессов смазки, выбора и замены смазочных материалов	Исследование тепловой картины распределения температур между элементами механической части привода при работе конвейера [9, 10]
	2. Определение качества крепежных элементов механической части привода к элементам става конвейера [9]	Осуществление своевременного ремонта элементов става конвейера и креплений (устранений трещин, замена болтов, шайб, гаек, винтов, шпилек и т.п.)	Повышенный тепловой уровень болтовых соединений свидетельствует об их ослаблении и наличии трения в результате вибрационного воздействия; повышенный тепловой уровень в коротких сварных швах также может свидетельствовать о наличии трещин и трении между элементами в результате вибрации [9]
Электродвигатель (гидродвигатель) привода	1. Определение качества работы системы охлаждения двигателя	Осуществление ремонтных мероприятий по устранению дефектов системы охлаждения, замена двигателя	Исследование тепловой картины распределения температур по поверхности двигателя привода при работе конвейера [9; 10]
	2. Определение качества крепежных элементов двигателя к элементам става конвейера [9]	Осуществление своевременного ремонта элементов става конвейера и креплений (устранений трещин, замена болтов, шайб, гаек, винтов, шпилек и т.п.)	Повышенный тепловой уровень болтовых соединений и коротких сварных швов свидетельствует об их ослаблении или разрушении (появлении трещин) и наличии трения в результате вибрационного воздействия [9]

Окончание табл. 1

Узел конвейера	Цель исследования	Возможные профилактические и ремонтные мероприятия	Пояснения к тепловому контролю
Элементы системы управления приводами	1 Определение качества работы элементов системы управления	Осуществление ремонтных мероприятий по замене элементов системы управления приводами, корректировке её настроек	Исследование тепловой картины распределения температур по поверхности частотных преобразователей, тормозных резисторов [9; 10; 11]
	2 Определение качества крепежной детали двигателя к элементам става конвейера [9]	Осуществление своевременного ремонта элементов става конвейера и креплений (устранения трещин, замена болтов, шайб, гаек, винтов, шпилек и т.п.)	Повышенный тепловой уровень болтовых соединений и коротких сварных швов свидетельствует об их ослаблении или разрушении (появлении трещин) и наличии трения в результате вибрационного воздействия [9]

Предложенная в табл. 1 методика является гибкой и предполагает собственное дальнейшее развитие, уточнение и совершенствование с учетом накопления статистических данных в области тепловой диагностики элементов ленточных конвейеров, в том числе при их эксплуатации в различных климатических районах, а также при их взаимодействии со специфическими грузами.

### Заключение

Приведенная в настоящей статье методика теплового диагностирования ленточных конвейеров обладает двумя оригинальными особенностями:

### Список литературы

1. Лагерева А. В. Диагностика и дефектация подъемно-транспортного оборудования и крановых путей. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2005. 155 с.
2. Реутов А.А. Монтаж, эксплуатация и ремонт ленточных конвейеров. Брянск: БГТУ, 2008. 104 с.
3. Зорин В.А., Косенко Е.А., Домогаев А.Ю. Применение инфракрасной термографии при дефектоскопии рукавов высокого давления гидросистем дорожно-строительных машин // Грузовик. 2019. №

1) организацией контроля с постоянным обновлением и регулярным анализом тепловых карт, структура и процедура составления которых должны жестко регламентироваться нормативными документами различных уровней;

2) четко обозначенными рекомендациями в области контроля конкретных узлов конвейера, составленными на основе результатов проведенных экспериментальных исследований.

Внедрение описанных в статье диагностических подходов при эксплуатации ленточных конвейеров может способствовать повышению качества процесса диагностирования и продлению сроков их эксплуатации.

### References

1. Lagerev A.V. Diagnostika i defektatsia podemno-transportnogo oborudovaniya i kranovykh putey. Bryansk, BSTU, 2005. 155 p. (In Russian)
2. Reutov A.A. Montazh, ekspluatatsia i remont lentochnykh konveyerov. Bryansk, BSTU, 2008. 104 p. (In Russian)
3. Zorin V.A., Kosenko E.A., Domogarov A.Yu. The application of infrared thermography during the inspection of high pressure hoses of hydraulic systems of road construction machines. *Gruzovik*, 2019, No.3, pp. 23-25. (In Russian)

3. С. 23-25.

4. Косенко Е.А., Зорин В.А., Баурова Н.И. Анализ влияния постоянного магнитного поля на результаты контроля качества деталей из полимерных материалов методом инфракрасной термографии // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2018. № 7. С. 30-33.

5. Гончаров К.А., Гришин А.В. Экспериментальный стенд для исследования влияния конструкции промежуточного ленточного привода ленточного конвейера на его рабочие процессы // Научно-технический вестник Брянского государственного университета, 2017. №1. С.52–59. DOI:10.22281/2413-9920-2017-03-01-52-59

6. Методические рекомендации о порядке проведения теплового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах (РД-13-04-2006). Серия 28. Выпуск 11. М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2010 . 32 с.

7. Гончаров К.А. Анализ взаимодействия грузонесущей и тяговой лент промежуточного привода ленточного конвейера // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2019. №4. С.426–432. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-04-426-432

8. Гончаров К.А., Гришин А.В. Экспериментальное исследование теплового режима работы мотор-барабана короткого ленточного конвейера // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2020. № 4. С. 529-538. DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-04-529-538

9. Гончаров, К. А. Экспериментальное исследование температурных режимов продолжительной работы электропривода подъемно-транспортных машин // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2019. № 3. С. 296-302. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-03-296-302

10. Гончаров К.А. Тяговый расчет многоприводных ленточных конвейеров. Курск: Закрытое акционерное общество

4. Kosenko E.A., Zorin V.A., Baurova N.I. Analysis of constant magnetic field effect on results of quality control of polymer material components by infrared thermography method *Vse materialy. Entsiklopedicheskiy spravochnik*, 2018, No.7, pp. 30-33. (In Russian)

5. Goncharov K.A., Grishin A.V. Experimental test bench for the study of impact of intermediate belt drive construction of belt conveyor on its operation. *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, No.1, pp. 52-59. DOI:10.22281/2413-9920-2017-03-01-52-59 (In Russian)

6. Metodicheskie rekomendatsii o poryadke provedeniya teplovogo kontrolya tekhnicheskikh ustroystv i sooruzheniy, primenyaemykh i expluatiruemykh na opasnykh proizvodstvennykh obyektakh (RD-13-04-2006). Serya 28. Vypusk 11. Moscow, ZAO «Nauchno-tekhnicheskiiy Tsentri issledovaniy problem promyshlennoy bezopasnosti», 2010 . 32 p. (In Russian)

7. Goncharov K.A. Analysis of tractive and carrying belts interaction of intermediate drive of belt conveyor. *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2019, No.4, pp. 426-432. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-04-426-432 (In Russian)

8. Goncharov K.A., Grishin A.V. Experimental study of operation heat mode of the motor drum of a short belt conveyor. *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2020, No.4, pp. 529-538. DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-04-529-538 (In Russian)

9. Goncharov K.A. Investigative study of temperature conditions of continuous run modes of hoisting machine electric drive. *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2019, No.3, pp. 296-302. DOI: 10.22281/2413-9920-2019-05-03-296-302 (In Russian)

10. Goncharov K.A. Tyagovyy raschet mnogoprivodnykh lentochnykh konveyerov [Traction calculation of multi-drive belt conveyor]. Kursk, ZAO Universitetskaya kniga, 2021. 271 p. (In Russian)

"Университетская книга", 2021. 271 с.

11. Лагереv А.В., Толкачев Е.Н., Гончаров К.А. Моделирование рабочих процессов и проектирование многоприводных ленточных конвейеров. Брянск: РИО БГУ, 2017. 384 с. DOI:10.5281/zenodo.1196612

† 11. Lagerev A.V., Tolkachev E.N.,  
† Goncharov K.A. Modelirovanie rabochikh  
† protsessov i proektirovanie mnogoprivodnykh  
† lentochnykh konveyerov [Modeling of work  
† processes and the design of multi-drive belt  
† conveyor]. Bryansk, RIO BGU, 2017. 384 p.  
† DOI:10.5281/zenodo.1196612 (In Russian)  
†