

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047262**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.06.26

(21) Номер заявки
202393363

(22) Дата подачи заявки
2023.12.21

(51) Int. Cl. **B65G 43/00** (2006.01)
B65G 43/02 (2006.01)
B65G 43/08 (2006.01)
G06F 17/00 (2019.01)

(54) **СПОСОБ И СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ**

(43) **2024.06.25**

(96) **2023000215 (RU) 2023.12.21**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

**ПРИДОРОЖНЫЙ АЛЕКСЕЙ
ГЕННАДЬЕВИЧ (RU)**

(74) Представитель:
Черняев М.А. (RU)

(56) RU-C1-2766476

МАНСУРОВА О.К. и др. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА ПОДАЧИ РУДЫ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА. Международный научно-исследовательский журнал [онлайн], № 12 (138). 2023-12-18. страницы 1-7. [найдено 13.02.2024].
Найдено <https://research-journal.org/archive/12-138-2023-december/10.23670/IRJ.2023.138.143?ysclid=lt2yfewaw837715433>, весь документ

SU-A1-206668

US-B2-10294038

JP-A-60197509

(57) Настоящее изобретение относится к области компьютерных технологий, в частности к способу и системе автоматизированного определения повреждений конвейерной ленты с помощью анализа данных скорости движения конвейерной ленты. Техническим результатом является повышение точности выявления повреждения конвейерной ленты с помощью анализа данных скорости движения конвейерной ленты. В предпочтительном варианте осуществления изобретения предложен способ автоматизированного определения продольного пореза конвейерной ленты, выполняемый с помощью вычислительного устройства, подключенного к по меньшей мере одному устройству измерения скорости движения конвейерной ленты, и содержащий этапы, на которых: а) получают данные измерения скорости движения конвейерной ленты с по меньшей мере одного устройства измерения скорости; б) выполняют с помощью вычислительного устройства обработку измерений, полученных на этапе а), в ходе которой выполняют их сравнение с по меньшей мере одним эталонным значением скорости конвейерной ленты и/или с по меньшей мере одним эталонным паттерном скорости движения конвейерной ленты, свидетельствующим о наличии продольного пореза конвейерной ленты; в) определяют наличие продольного пореза конвейерной ленты в случае, если на этапе б) выявляется падение измеренного значения скорости конвейерной ленты ниже по меньшей мере одного эталонного значения скорости конвейерной ленты и/или соответствие по меньшей мере одному эталонному паттерну скорости движения конвейерной ленты, свидетельствующему о наличии продольного пореза конвейерной ленты; г) фиксируют в памяти вычислительного устройства данные о выявленном продольном порезе конвейерной ленты и/или передают их на внешнее устройство.

B1**047262****047262****B1**

Область техники

Настоящее техническое решение относится к области компьютерных технологий, в частности, к способу и системе автоматизированного определения повреждений конвейерной ленты с помощью анализа данных скорости движения конвейерной ленты.

Уровень техники

Во многих отраслях промышленности, например, таких как горнодобывающая, перерабатывающая, энергетическая, химическая, в сфере перевалки грузов и др. используется конвейерный транспорт для транспортировки сыпучих грузов. Сыпучий груз, будь то отвальная порода, руда, уголь, кокс, шихта, концентрат, агломерат, окатыш, химические вещества или иное транспортируется непосредственно на конвейерной (транспортной) ленте от места загрузки, как правило в районе хвостового барабана, до места разгрузки, как правило в районе головного/приводного барабана. В ходе эксплуатации конвейера могут возникать аварийные ситуации, связанные с повреждением конвейерной ленты и, в том числе, с наиболее тяжелым повреждением - продольный порыв (порез) ленты, который ведет к частичной или полной потере ленты и незапланированным простоям конвейерного транспорта в связи с ремонтом или заменой конвейерной ленты.

Продольные порывы конвейерной ленты могут быть вызваны рядом причин:

попаданием в транспортируемый материал инородных рудозасоряющих материалов, например зуб экскаватора, лом, арматура, стальной лист и т.д;

такие предметы в месте загрузки могут пробить конвейерную ленту, заклинить и стать причиной ее продольного порыва;

тяжелые, крупные и остроконечные куски руды, которые также могут пробить ленту, заклинить и продольно ее порвать;

острые элементы, вышедших из строя роликов, очистительных скребков, става или иных частей конвейера, могут пробить и продольно порезать ленту.

Чем быстрее будет осуществлена локализация и обнаружение аварийной ситуации на конвейере для его остановки, тем меньшее количество транспортной ленты будет потеряно в результате ее повреждения.

Наибольшее распространение получили системы защиты конвейерной ленты от продольного порыва, которые работают на принципе повреждения элементов, ввулканизированных в ленту (индуктивные петли, вставки, антенны и т.п.). Примером такого решения является система CONTI RipProtect производимая компанией Continental (<https://www.continental-industry.com/en/solutions/conveyor-belt-systems/conveyor-services/belt-monitoring/products/conti-protect/conti-ripprotect>). Индуктивные петли ввулканизируются в ленту с определенным шагом по усмотрению заказчика (обычно 50-150 пог.м.), так что при повреждении какой-либо из индуктивных петель при порыве ленты конвейер останавливается, в этом случае количество поврежденной ленты ограничивается шагом установки индуктивных петель в конвейерной ленте.

Недостатки такого рода решения заключаются в том, что такие системы не могут быть использованы для любых лент, поскольку необходима лента с индуктивными петлями, при этом индуктивные петли часто выходят из строя, давая ложные сигналы.

Известны лазерные системы, например, CONTI SurfaceProtect (<https://www.continental-industry.com/en/solutions/conveyor-belt-systems/conveyor-services/belt-monitoring/products/conti-protect/conti-surfaceprotect>), которые используют лазерное сканирование поверхности ленты на предмет наличия ее повреждений и, в том числе, продольного порыва ленты.

Основные недостатки таких систем заключаются в том, что они очень чувствительны к условиям окружающей среды, позиционирования и состоянию поверхности ленты (проблемы возникают, когда поверхность ленты влажная или имеет место налипание транспортируемого материала, который заполняет поврежденные области), что приводит к очень жестким требованиям условий эксплуатации данных систем и большому количеству ложных срабатываний.

Известны системы, контролирующие ширину ленты (<http://www.beltscan.com/products/belt-guard-5k-fabric-belt-rip-detector.html>) или определяющие ее целостность по передаче вибрации поперек ленты (<http://www.beltscan.com/products/belt-guard-10k-rip-detector-for-steel-cord-belts.html>). Принцип работы систем, основанных на контроле ширины ленты, состоит в том, что в результате продольного пореза лента может разойтись или наоборот сузиться из-за напоздания порезанных частей друг на друга, в результате чего меняется ее ширина. Для определения ширины ленты устанавливаются ультразвуковые или радарные датчики контроля расположения бортов ленты. Принцип работы систем, основанных на передаче вибрации поперек ленты, состоит в том, что при продольном порезе ленты нарушается ее целостность и вибрация не передается поперек ленты.

Основные недостатки систем, контролирующих ширину ленты, заключаются в том, что если в случае пореза не происходит расхождение или сужение ленты, то порез не обнаруживается, так как ширина ленты не меняется.

Системы, основанные на передаче вибрации поперек ленты, очень чувствительны к типу каркаса ленты и резинового компаунда и не применимы для всех типов лент, кроме того, при продольном порезе

сигнал может эффективно распространяться в обход конвейерной ленты через транспортируемый материал, тем самым, не фиксируя продольный порыв.

Системы, основанные на анализе скорости движения конвейера, направлены на контроль скорости вращения вала электродвигателя, приводящего в движение ленту. Данный метод описан, например, в патенте США 9,227,793 (ABB Technology AG, 05.01.2016).

Недостатками такого подхода является сложность процесса контроля движения ленты, обусловленные тем, что показания, получаемые с электродвигателя, как правило, не отражают действительную скорость движения непосредственно ленты, что не позволяет точно определить возможное возникновение порыва, а также необходимость установления места на ленте для анализа данных скорости, например, стыковых соединений, что снижает универсальность получения данных и их оперативной обработки.

Для преодоления вышеуказанных недостатков предлагается использовать показания скорости движения непосредственно ленты конвейера, снимаемые с помощью датчика измерения скорости, показания с которого обрабатываются в последующем вычислительном устройстве для выявления аномальных значений, свидетельствующих о повреждении ленты.

Сущность изобретения

Заявленное решение направлено на преодоление технической проблемы, заключающейся в получении оперативного мониторинга повреждения конвейерной ленты с помощью анализа показаний скорости движения конвейерной ленты.

Техническим результатом является повышение точности выявления повреждения конвейерной ленты с помощью анализа данных скорости движения конвейерной ленты.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения предложен способ автоматизированного определения продольного пореза конвейерной ленты, выполняемый с помощью вычислительного устройства, подключенного к по меньшей мере одному устройству измерения скорости движения конвейерной ленты, и содержащий этапы, на которых:

a) получают данные измерения скорости движения конвейерной ленты с по меньшей мере одного устройства измерения скорости;

b) выполняют с помощью вычислительного устройства обработку измерений, полученных на этапе a), в ходе которой выполняют их сравнение с по меньшей мере одним эталонным значением скорости конвейерной ленты и/или с по меньшей мере одним эталонным паттерном скорости движения конвейерной ленты, свидетельствующим о наличии продольного пореза конвейерной ленты;

c) определяют наличие продольного пореза конвейерной ленты в случае, если на этапе b) выявляется падение измеренного значения скорости конвейерной ленты ниже по меньшей мере одного эталонного значения скорости конвейерной ленты и/или соответствие по меньшей мере одному эталонному паттерну скорости движения конвейерной ленты, свидетельствующему о наличии продольного пореза конвейерной ленты;

d) фиксируют в памяти вычислительного устройства данные о выявленном продольном порезе конвейерной ленты и/или передают их на внешнее устройство.

В одном из частных примеров реализации устройство измерения скорости конвейерной ленты представляет собой контактный или бесконтактный датчик скорости.

В другом частном примере реализации эталонное значение может быть постоянным или динамическим.

В другом частном примере реализации эталонное значение задается исходя из по меньшей мере одного из: номинальное значение скорости ленты, среднее значение скорости ленты, экстремальные значения скорости конвейерной ленты, или значения, характеризующие вариабельность скорости конвейерной ленты, полученные во временном диапазоне, предшествующем моменту измерения.

В другом частном примере реализации среднее значение скорости конвейерной ленты задается исходя из скользящей средней, построенной на основе усредняющих функций по N измерениям скорости конвейерной ленты, где $N \geq 1$.

В другом частном примере реализации окно, на котором вычисляется скользящая средняя, смещено назад относительно момента измерения текущего значения скорости конвейерной ленты на заданный промежуток времени или заданное количество измерений скорости конвейерной ленты.

В другом частном примере реализации падение ниже заданного эталонного значения представляет собой падение ниже эталонного значения или падение ниже эталонного значения более чем на заданную величину, или более чем на заданную процентную долю от эталонного значения.

В другом частном примере реализации на этапе c) определяют наличие продольного пореза конвейерной ленты, если падение ниже эталонного значения скорости конвейерной ленты будет зафиксировано заданное и/или более количество раз в течение заданного промежутка времени или заданное и/или более количество раз подряд.

В другом частном примере реализации на этапе b) обработка полученных значений с устройства измерения скорости конвейерной ленты происходит во временном или частотном представлении.

В другом частном примере реализации на этапе b) вычислительное устройство выполнено с возможностью распознавания характерных паттернов повреждения конвейерной ленты при анализе времен-

ного и/или частотного представления скорости конвейерной ленты и/или анализе характеристической функции (ХФ) скорости конвейерной ленты с помощью аналитических методов или искусственной нейронной сети.

В другом частном примере реализации на этапе б) для получения частотного представления скорости движения конвейерной ленты используется преобразование Фурье или разложение в ряд Фурье.

В другом частном примере реализации на этапе б) для частотного представления скорости движения конвейерной ленты анализируется амплитудный спектр скорости движения конвейерной ленты на предмет выявления аномальных гармоник и/или участков спектра, соответствующих эталонному паттерну, свидетельствующему о наличии продольного пореза конвейерной ленты.

В другом частном примере реализации внешнее устройство подключено к вычислительному устройству посредством проводного или беспроводного канала передачи данных.

В другом частном примере реализации внешнее устройство является по меньшей мере одним из: монитор, интерактивный экран, компьютер, ноутбук, планшет, смартфон, умное носимое устройство, съемный носитель данных, контроллер управления ленточным конвейером, или удаленную систему управления ленточным конвейером.

В другом частном примере реализации вычислительное устройство подключено к системе управления ленточным конвейером одним из следующих способов: через релейные выходы, по протоколу Modbus или сетям Profibus или Profinet.

В другом частном примере реализации вычислительное устройство формирует сигнал для остановки ленточного конвейера, передаваемый в систему управления ленточным конвейером, при определении наличия продольного пореза конвейерной ленты.

В другом частном примере реализации GUI реализован на внешнем устройстве и/или на вычислительном устройстве.

В другом частном примере реализации вычислительное устройство дополнительно выполнено с возможностью его настройки и/или отслеживания результата анализа состояния конвейерной ленты, с помощью внешнего устройства.

В другом частном примере реализации дополнительно формируется видеопоток с изображением поверхности конвейерной ленты, получаемый с видеокамеры.

В другом частном примере реализации вычислительное устройство дополнительно формирует аварийный сигнал для уведомления оператора ленточного конвейера о наличии продольного пореза конвейерной ленты, передаваемый на внешнее устройство и/или устройство звукового и/или светового оповещения.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует общую схему реализации заявленного решения.

Фиг. 2 иллюстрирует блок-схему выполнения заявленного способа мониторинга состояния конвейерной ленты.

Фиг. 3А-3Б иллюстрируют примеры обработки сигналов, получаемых с устройства измерения скорости.

Фиг. 4 иллюстрирует общий вид компьютерного устройства.

Осуществление изобретения

Как представлено на фиг. 1, решение заключается в создании автоматизированного метода мониторинга состояния конвейерной ленты (101) при транспортировке материала (105), в частности, руды, пород и иного типа материала, подаваемого на ленту (101) через загрузочный бункер (104). Движение конвейерной ленты (101) осуществляется при вращении головного (приводного) (102) и хвостового (103) барабанов, приводных барабанов может быть несколько, они приводятся в движение электродвигателями, которые в свою очередь запускаются с помощью управляющего контроллера (не показан).

Основными показателями состояния конвейерной ленты в рамках заявленного решения являются параметры скорости движения ленты (101), которые считываются с помощью одного или нескольких устройств измерения скорости (106), которое размещается на элементах ленточного конвейера и/или на соединенных с ним элементах, например, ставе конвейера (110). В качестве устройства измерения скорости (106) может использоваться, например, контактный или бесконтактный датчик скорости.

Примеры бесконтактного и контактного датчиков скорости:

<https://www.sensorika.com/ru/datchiki/opticheskij-datchik-skorosti-i-distantsii/>;
<https://ross.com.ru/datchik-skorosti-lenty-dsl>.

Данные скорости движения ленты (101), регистрируемые устройством (106), передаются по каналу передачи данных в вычислительное устройство (107) для их последующей обработки. В качестве вычислительного устройства (107) может применяться, например, компьютер, вычислительный блок, одноплатный компьютер, система на чипе (SoC) и т.п.

В качестве канала передачи данных может использоваться проводная и/или беспроводная связь, например, подключение с помощью физической связи (USB, Lan, RS-232 и т.п.), или с помощью беспроводного типа связи (Bluetooth, BLE, WLAN и другие). Вычислительное устройство (107) может выполняться в едином корпусе с устройством измерения скорости (106), при этом, как для случая размещения

одного устройства (106), так и для нескольких устройств (106), закрепленных с заданным шагом на элементах конвейера (110) и/или на соединенных с ним элементах.

Вычислительное устройство (107) соединяется с внешним устройством (108), представляющим собой, как правило, компьютер, сервер или пульт управления, обеспечивающий хранение данных о состоянии ленты конвейера и последующую передачу информации о состоянии ленты конечным пользователям (109), например, оператору конвейера или обслуживающему персоналу. В одном из примеров реализации в качестве внешнего устройства (108) может выступать контроллер управления ленточным конвейером или удаленная система управления ленточным конвейером. Внешнее устройство (108) подключено к вычислительному устройству (107) посредством проводного или беспроводного канала передачи данных, аналогичных указанным ранее. При этом внешнее устройство (108) может представлять собой, например, монитор, интерактивный экран, компьютер, ноутбук, планшет, смартфон, умное носимое устройство, съемный носитель данных, контроллер управления ленточным конвейером, или удаленную систему управления ленточным конвейером.

При варианте подключения вычислительного устройства (107) к системе управления ленточным конвейером, в случае распознавания повреждения ленты (101), в частности продольного пореза, вычислительное устройство (107) формирует аварийный сигнал для уведомления оператора (109) ленточного конвейера о наличии повреждения конвейерной ленты (101), передаваемый на внешнее устройство (108) и/или устройство звукового и/или светового оповещения (системы сигнализации). Также, данный сигнал может принудительно останавливать конвейер для оперативного ремонта поврежденного участка ленты (101) и предотвращения распространения дальнейшего повреждения ленты (101).

Внешнее устройство (108) и вычислительное устройство (107) могут содержать графический интерфейс пользователя (GUI) для отображения результатов выявления продольного пореза конвейерной ленты (101), либо отображения различного рода информации.

Вычислительное устройство (107) дополнительно выполнено с возможностью его настройки и/или отслеживания результата анализа состояния конвейерной ленты (101), с помощью внешнего устройства (108).

Дополнительно на конвейер может устанавливаться одна или несколько камер, формирующих видеопоток с изображением поверхности конвейерной ленты (101), получаемый с видеокamеры.

На фиг. 2 представлено описание выполнения способа заявленного решения. На этапе (201) вычислительное устройство (107) получает данные измерения скорости движения ленты (101) от по меньшей мере одного устройства измерения скорости конвейерной ленты (106).

Далее на этапе (202) полученные данные проходят обработку с помощью программной логики вычислительного устройства (107), в ходе которой полученные значения показателей скорости движения ленты (101) сравниваются с одним или несколькими эталонными значениями параметров скорости ленты, которые используются для выявления аномалий, свидетельствующих о продольном порыве ленты (101) конвейера.

Данные, получаемые с устройства измерения скорости конвейерной ленты (106), также анализируются вычислительным устройством (107) в части их сравнения с по меньшей мере одним эталонным паттерном скорости движения ленты (101), свидетельствующим о ее продольном порыве.

На шаге (203) по итогам сравнения параметров скорости движения ленты вычислительным устройством (107) принимается решение о наличии или отсутствии повреждений конвейерной ленты (101). Если обнаруживается повреждение ленты (101), то на этапе (204) происходит фиксация повреждения и передача на этапе (205) этой информации на внешнее устройство (108) для их хранения и/или последующего использования.

На фиг. 3А-3Б показан пример анализа параметров скорости в части их сравнения с эталонным значением (30) и/или эталонным паттерном (304) скорости движения конвейерной ленты, свидетельствующим о наличии продольного пореза конвейерной ленты. Получаемый сигнал с устройства (106), характеризующий скорость движения (301) конвейерной ленты, анализируется на предмет выявления падения скорости ленты (302) ниже заданного эталонного значения (30) скорости движения конвейера, что свидетельствует о возникновении продольного пореза конвейерной ленты (101). Факт фиксации падения скорости ленты (302) свидетельствует о ее замедлении в момент возникновения продольного пореза, что позволяет установить его наличие. Паттерн скорости (303) движения ленты, фиксируемый устройством (106), сравнивается также с эталонным паттерном скорости движения (304) ленты, который имеет характерные колебания в части скорости движения ленты (101), свидетельствующие о том, что происходит продольный порез конвейерной ленты. Колебания скорости конвейерной ленты (303) характеризуются рывками ленты (101), возникающими при ее порезе, что связано с нарушением целостности полотна ленты (101). Паттерн скорости (303) конвейерной ленты после возникновения продольного пореза совпадает с эталонным паттерном (304), характерным для продольного пореза, что дает основание фиксировать факт его возникновения.

Эталонное значение (30) может быть статическим или динамическим, поскольку может быть выбрано исходя, как из заданного номинального значения скорости движения конвейерной ленты (101), так и исходя из усредненного значения скорости движения ленты (101) за определенный промежуток време-

ни до момента сравнения, например, скользящая средняя.

Упомянутое эталонное значение (30) может задаваться исходя из по меньшей мере одного из: номинальное значение скорости ленты, среднее значение скорости ленты, экстремальных значений скорости конвейерной ленты, или значения, характеризующего вариабельность скорости конвейерной ленты, полученные во временном диапазоне, предшествующем моменту измерения. Под экстремальными значениями следует понимать наибольшие (максимальные) и наименьшие (минимальные) значения скорости конвейерной ленты. В свою очередь, среднее значение скорости конвейерной ленты (101) может задаваться исходя из скользящей средней, построенной на основе усредняющих функций по N измерениям скорости конвейерной ленты, где $N \geq 1$. При этом окно, на котором вычисляется упомянутая скользящая средняя, может быть смещено назад относительно момента измерения текущего значения скорости конвейерной ленты (101) на заданный промежуток времени или заданное количество измерений скорости конвейерной ленты.

Фиксация повреждения ленты (101) происходит в случае, если происходит падение значения скорости (301) движения ленты ниже заданного эталонного значения (30) или происходит падение ниже эталонного значения (30) более чем на заданную величину (302). Также, может выполняться фиксация падения скорости движения ленты на более чем на заданную процентную долю от эталонного значения (30), например, 30, 50% и т.п. Дополнительно наличие повреждения ленты (101) может фиксироваться, если падение ниже эталонного значения (30) скорости конвейерной ленты (101) будет зафиксировано заданное и/или более количество раз в течение заданного промежутка времени (например, 100 миллисекунд, 1 с и т.п.) или заданное и/или более количество раз подряд.

Полученные от устройства измерения скорости (106) данные могут обрабатываться для их представления во временном (временной ряд значений скорости ленты) или частотном представлении. Вычислительное устройство (107) позволяет с помощью заложенного алгоритма распознавать характерные паттерны, например (303), повреждения конвейерной ленты (101) при анализе получаемых данных от устройства (106), представленных во временном и/или частотном представлении. Частотное представление скорости движения конвейерной ленты может получаться с помощью выполнения преобразования Фурье или разложения в ряд Фурье временного представления скорости конвейерной ленты, получаемого от устройства измерения скорости (106). При этом для частотного представления скорости движения конвейерной ленты может также выполняться анализ амплитудного спектра скорости движения конвейерной ленты на предмет выявления аномальных гармоник и/или участков спектра, соответствующих эталонному паттерну, свидетельствующему о наличии продольного пореза конвейерной ленты. Аномальное значение амплитуды в спектре скорости движения конвейерной ленты (101) в частотном представлении может задаваться исходя из пиковых и/или средних значений амплитуды в амплитудном спектре скорости движения ленты, полученных во временном диапазоне безаварийной работы ленточного конвейера. Дополнительно может анализироваться характеристическая функция (ХФ). Обработка получаемых данных от устройства измерения скорости (106) в одном или нескольких вышеуказанных представлениях вычислительным устройством (107) может выполняться с помощью аналитических методов или искусственной нейронной сети.

Наличие повреждения на этапе (203) может также устанавливаться, если падение скорости движения конвейерной ленты ниже эталонного значения скорости ленты произойдет заданное или более количество раз в течение заданного промежутка времени или произойдет заданное или более количество раз подряд.

На этапе (203) наличие продольного пореза конвейерной ленты может определяться, в случае если измерения скорости (301) движения ленты (101) упадут ниже одного или более эталонных значений (30) скорости движения ленты одновременно и/или паттерн (303) скорости движения ленты будет соответствовать одному или более эталонным паттернам (304) скорости движения ленты одновременно, свидетельствующим о наличии продольного пореза конвейерной ленты.

Дополнительно вычислительное устройство (107) может быть подключено к системе управления ленточным конвейером одним из следующих способов: через релейные выходы, по протоколу Modbus или сетям Profibus или Profnet. При таком принципе подключения вычислительное устройство (107) формирует сигнал для остановки ленточного конвейера, передаваемый в систему управления ленточным конвейером, при определении наличия продольного пореза конвейерной ленты (101) на основании обработки данных с устройства измерения скорости конвейерной ленты (106). На фиг. 4 представлен общий пример вычислительного устройства (400), например, вычислительный блок (вычислительный модуль), компьютер, сервер, ноутбук, смартфон, SoC (System-on-a-Chip/Система на кристалле) и т.п., которое может применяться для полной или частичной реализации заявленного решения, в частности, для реализации устройств (107, 108). В общем случае устройство (400) содержит такие компоненты, как: один или более процессоров (401), по меньшей мере одну оперативную память (402), средство постоянного хранения данных (403), интерфейсы ввода/вывода (404) включая релейные выходы для соединения с контроллерами управления движения ленточного конвейера, средство В/В (405), средства сетевого взаимодействия (406). Процессор (401) устройства выполняет основные вычислительные операции, необходимые для функционирования устройства (400) или функционала одного или более его компонентов. Процессор

(401) исполняет необходимые машиночитаемые команды, содержащиеся в оперативной памяти (402).

Память (402), как правило, выполнена в виде ОЗУ и содержит необходимую программную логику, обеспечивающую требуемый функционал. Средство хранения данных (403) может выполняться в виде HDD, SSD дисков, рейд массива, сетевого хранилища, флэш-памяти, оптических накопителей информации (CD, DVD, MD, Blue-Ray дисков) и т.п. Средство (403) позволяет выполнять долгосрочное хранение различного вида информации, например, истории обработки запросов (логов), идентификаторов пользователей, данные камер, изображения и т.п.

Интерфейсы (404) представляют собой стандартные средства для подключения и работы с вычислительными устройствами. Интерфейсы (404) могут представлять, например, релейные соединения, USB, RS232/422/485 или другие, RJ45, LPT, UART, COM, HDMI, PS/2, Lightning, FireWire и т.п. для работы, в том числе, по протоколам Modbus и сетям Profibus. Выбор интерфейсов (404) зависит от конкретного исполнения устройства (400), которое может представлять собой, вычислительный блок (вычислительный модуль), например на базе ЦПУ (одного или нескольких процессоров), микроконтроллера и т.п., персональный компьютер, мейнфрейм, серверный кластер, тонкий клиент, смартфон, ноутбук и т.п., а также подключаемых сторонних устройств.

В качестве средств В/В данных (405) может использоваться: клавиатура, джойстик, дисплей (сенсорный дисплей), проектор, тачпад, манипулятор мышь, трекбол, световое перо, динамики, микрофон и т.п.

Средства сетевого взаимодействия (406) выбираются из устройства, обеспечивающего сетевой прием и передачу данных, например, Ethernet карту, WLAN/Wi-Fi модуль, Bluetooth модуль, BLE модуль, NFC модуль, IrDa, RFID модуль, GSM модем и т.п. С помощью средства (406) обеспечивается организация обмена данными по проводному или беспроводному каналу передачи данных, например, WAN, PAN, ЛВС (LAN), Интранет, Интернет, WLAN, WMAN или GSM, квантовый канал передачи данных, спутниковая связь и т.п. Компоненты устройства (400), как правило, сопряжены посредством общей шины передачи данных.

В настоящих материалах заявки было представлено предпочтительное раскрытие осуществления заявленного технического решения, которое не должно использоваться как ограничивающее иные, частные воплощения его реализации, которые не выходят за рамки испрашиваемого объема правовой охраны и являются очевидными для специалистов в соответствующей области техники.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ автоматизированного определения продольного пореза конвейерной ленты, выполняемый с помощью вычислительного устройства, подключенного к по меньшей мере одному устройству измерения скорости движения конвейерной ленты, и содержащий этапы, на которых:

а) получают данные измерения скорости движения конвейерной ленты с по меньшей мере одного устройства измерения скорости;

б) выполняют с помощью вычислительного устройства обработку измерений, полученных на этапе а), в ходе которой выполняют их сравнение с по меньшей мере одним эталонным значением скорости конвейерной ленты и/или с по меньшей мере одним эталонным паттерном скорости движения конвейерной ленты, свидетельствующим о наличии продольного пореза конвейерной ленты;

в) определяют наличие продольного пореза конвейерной ленты в случае, если на этапе б) выявляется падение измеренного значения скорости конвейерной ленты ниже по меньшей мере одного эталонного значения скорости конвейерной ленты и/или соответствие по меньшей мере одному эталонному паттерну скорости движения конвейерной ленты, свидетельствующему о наличии продольного пореза конвейерной ленты;

г) фиксируют в памяти вычислительного устройства данные о выявленном продольном порезе конвейерной ленты и/или передают их на внешнее устройство.

2. Способ по п.1, характеризующийся тем, что устройство измерения скорости конвейерной ленты представляет собой контактный или бесконтактный датчик скорости.

3. Способ по п.1, характеризуется тем, что эталонное значение может быть постоянным или динамическим.

4. Способ по п.1, характеризующийся тем, что на этапе б) эталонное значение задается исходя из по меньшей мере одного из: номинальное значение скорости ленты, среднее значение скорости ленты, экстремальные значения скорости конвейерной ленты, или значения, характеризующие вариабельность скорости конвейерной ленты, полученные во временном диапазоне, предшествующем моменту измерения.

5. Способ по п.4, характеризующийся тем, что на этапе б) среднее значение скорости конвейерной ленты задается исходя из скользящей средней, построенной на основе усредняющих функций по N измерениям скорости конвейерной ленты, где $N \geq 1$.

6. Способ по п.5, характеризующийся тем, что окно, на котором вычисляется скользящая средняя, смещено назад относительно момента измерения текущего значения скорости конвейерной ленты на заданный промежуток времени или заданное количество измерений скорости конвейерной ленты.

7. Способ по п.1, характеризующийся тем, что падение ниже заданного эталонного значения представляет собой падение ниже эталонного значения или падение ниже эталонного значения более чем на заданную величину, или более чем на заданную процентную долю от эталонного значения.

8. Способ по п.1, характеризующийся тем, что на этапе с) определяют наличие повреждения, если падение ниже эталонного значения скорости конвейерной ленты будет зафиксировано заданное и/или более количество раз в течение заданного промежутка времени или заданное и/или более количество раз подряд.

9. Способ по п.1, характеризующийся тем, что на этапе b) обработка полученных значений с устройства измерения скорости конвейерной ленты происходит во временном или частотном представлении.

10. Способ по п.9, характеризующийся тем, что на этапе b) вычислительное устройство выполнено с возможностью распознавания характерных паттернов повреждения конвейерной ленты при анализе временного и/или частотного представления скорости конвейерной ленты и/или анализе характеристической функции (ХФ) скорости конвейерной ленты с помощью аналитических методов или искусственной нейронной сети.

11. Способ по п.9, характеризующийся тем, что на этапе b) для получения частотного представления скорости движения конвейерной ленты используется преобразование Фурье или разложение в ряд Фурье.

12. Способ по п.11, характеризуется тем, что на этапе b) для частотного представления скорости движения конвейерной ленты анализируется амплитудный спектр скорости движения конвейерной ленты на предмет выявления аномальных гармоник и/или участков спектра, соответствующих эталонному паттерну, свидетельствующему о наличии повреждения конвейерной ленты.

13. Способ по п.1, характеризующийся тем, что внешнее устройство подключено к вычислительному устройству посредством проводного или беспроводного канала передачи данных.

14. Способ по п.1, характеризующийся тем, что внешнее устройство является по меньшей мере одним из: монитор, интерактивный экран, компьютер, ноутбук, планшет, смартфон, умное носимое устройство, съемный носитель данных, контроллер управления ленточным конвейером, или удаленную систему управления ленточным конвейером.

15. Способ по п.1, характеризующийся тем, что вычислительное устройство подключено к системе управления ленточным конвейером одним из следующих способов: через релейные выходы, по протоколу Modbus или сетям Profibus или Profnet.

16. Способ по п.1, характеризующийся тем, что на этапе d) вычислительное устройство формирует сигнал для остановки ленточного конвейера, передаваемый в систему управления ленточным конвейером, при определении наличия повреждения конвейерной ленты.

17. Способ по п.1, характеризующийся тем, что GUI реализован на внешнем устройстве и/или на вычислительном устройстве.

18. Способ по п.1, характеризующийся тем, что вычислительное устройство дополнительно выполнено с возможностью его настройки и/или отслеживания результата анализа состояния конвейерной ленты, с помощью внешнего устройства.

19. Способ по п.1, характеризующийся тем, что дополнительно формируется видеопоток с изображением поверхности конвейерной ленты, получаемый с видеокамеры.

20. Способ по п.1, характеризующийся тем, что вычислительное устройство дополнительно формирует аварийный сигнал для уведомления оператора ленточного конвейера о наличии продольного пореза конвейерной ленты, передаваемый на внешнее устройство и/или устройство звукового и/или светового оповещения.

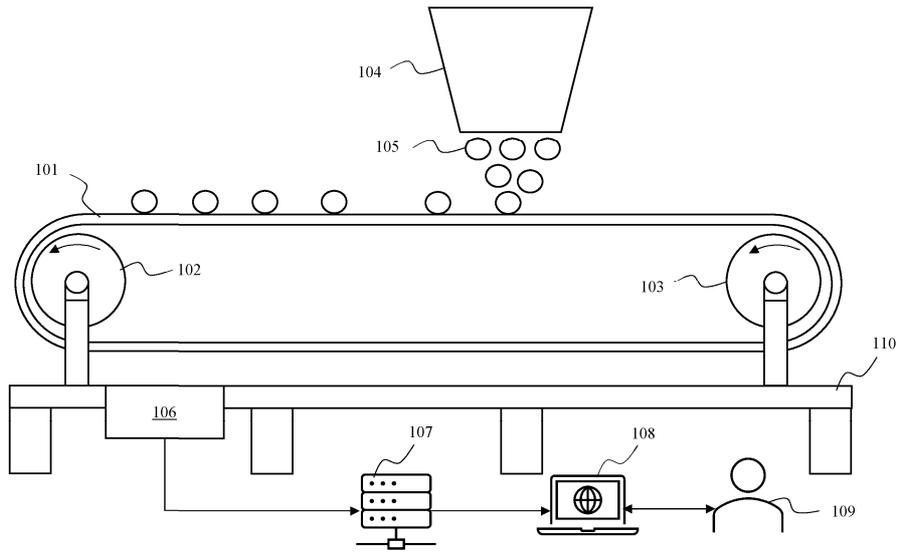
21. Система автоматизированного определения продольного пореза конвейерной ленты, содержащая вычислительное устройство, подключенное к по меньшей мере одному устройству измерения скорости конвейерной ленты, в которой вычислительное устройство выполнено с возможностью:

получения данных измерения скорости конвейерной ленты с по меньшей мере одного устройства измерения скорости конвейерной ленты;

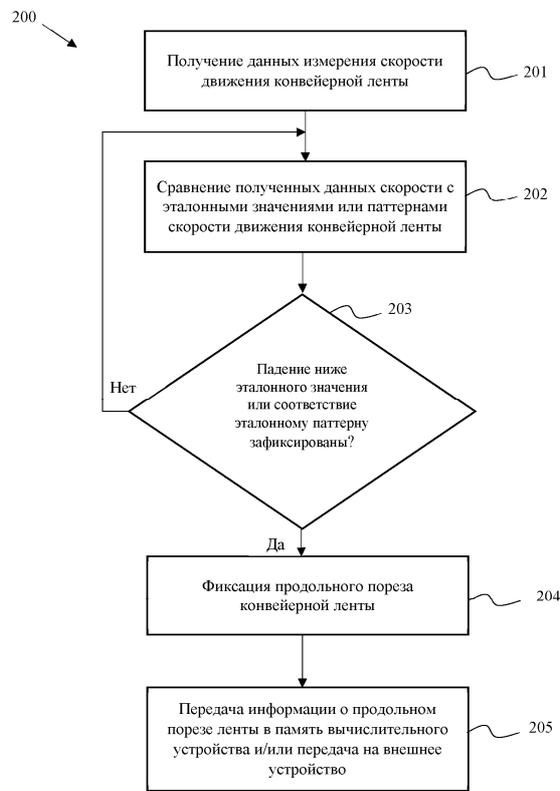
обработки полученных измерений, в ходе которой выполняют их сравнение с по меньшей мере одним эталонным значением скорости конвейерной ленты и/или с по меньшей мере одним эталонным паттерном скорости движения конвейерной ленты, свидетельствующим о наличии продольного пореза конвейерной ленты;

определения наличия продольного пореза конвейерной ленты в случае, если выявляется падение измеренного значения скорости конвейерной ленты ниже по меньшей мере одного эталонного значения скорости конвейерной ленты и/или соответствие по меньшей мере одному эталонному паттерну скорости движения конвейерной ленты, свидетельствующему о наличии продольного пореза конвейерной ленты;

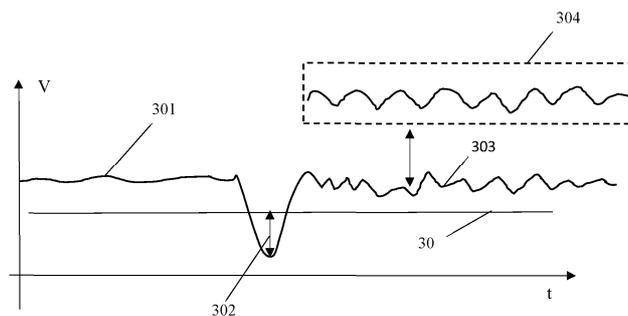
фиксации в памяти данных о выявленном продольном порезе конвейерной ленты и/или их передачи на внешнее устройство.



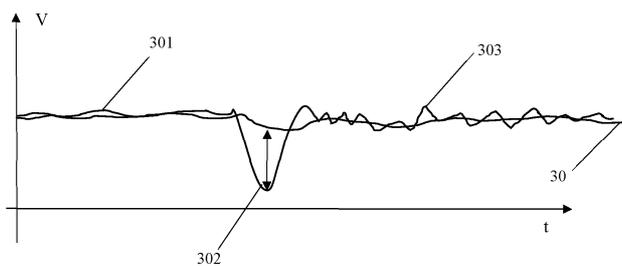
Фиг. 1



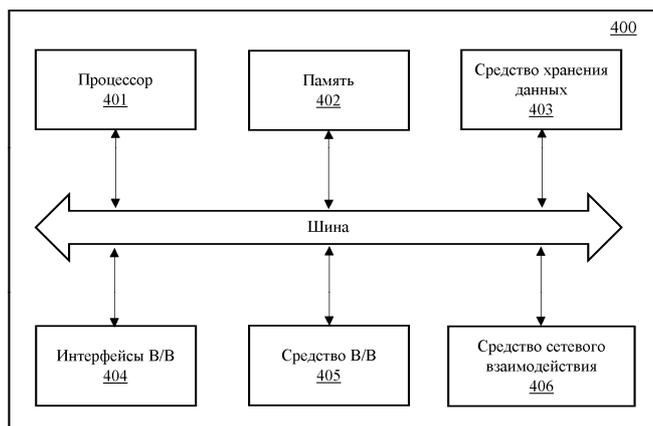
Фиг. 2



Фиг. 3А



Фиг. 3Б



Фиг. 4

