



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G06Q 10/06 (2022.02)

(21)(22) Заявка: **2019129916, 06.03.2018**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.03.2018

Дата регистрации:
15.04.2022

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
08.03.2017 DE 10 2017 104 884.7

(43) Дата публикации заявки: **08.04.2021** Бюл. № 10

(45) Опубликовано: **15.04.2022** Бюл. № 11

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **08.10.2019**

(86) Заявка РСТ:
EP 2018/055473 (06.03.2018)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2018/162481 (13.09.2018)

Адрес для переписки:
**129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"**

(72) Автор(ы):
ТУРНЕР, Франк (DE)

(73) Патентообладатель(и):
**МТС КОНСАЛТИНГ УНД
ИНДЖИНИРИНГ ГМБХ (DE)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: **RU 2454692 C1, 27.06.2012. EA 9552
B1, 28.02.2008. WO 2001/069329 A2, 20.09.2001.
US 2014/0316579 A1, 23.10.2014. US 8645092 B2,
04.02.2014. CA 2151357 C, 04.10.2005.**

**(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ИЗ ДАННЫХ
ДАТЧИКОВ В ПРОЦЕССАХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу контроля производственного процесса или процесса оценки качества изделия и определения видов неисправностей, возникающих в этом процессе. Технический результат заключается в повышении точности диагностирования неисправностей. В способе с помощью компьютерной системы с запоминающим устройством и интерфейсом для приема данных датчиков для частичных процессов упомянутого процесса создают таблицу параметров с характеристическими видами

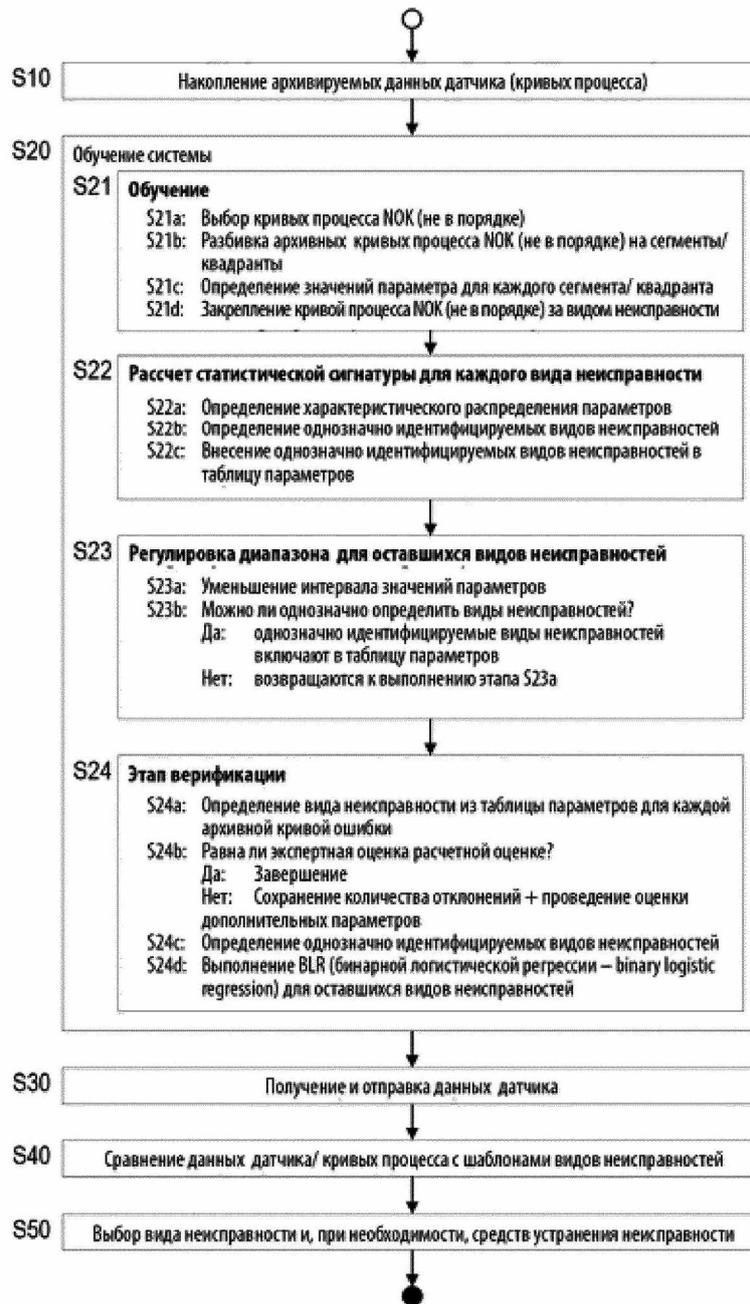
неисправностей, которую формируют на основании архивных данных датчика, предоставляемых датчиками, которые согласованы с производственной установкой, инструментом, измерительным устройством и/или устройством для оценки качества изделия, причем архивные данные сохраняют в упомянутом запоминающем устройстве, при этом архивные данные датчика описывают ряд архивных кривых, которые имеют по меньшей мере два измерения и согласованы каждая с

частичным процессом, и при этом архивные кривые для каждого частичного процесса содержат архивные ОК-кривые (в порядке) и архивные НОК-кривые (не в порядке), причем архивные НОК-кривые представляют неисправные частичные процессы, причем после создания таблицы параметров процесс контролируют онлайн, то есть во время работы и предпочтительно в реальном времени, и выполняют следующие этапы: а) сбор данных датчика, предоставляемых датчиками во время частичного процесса, причем собранные данные датчика описывают по меньшей мере одну кривую, которая имеет по меньшей мере два измерения, и при этом собранные данные датчика соотносят с упомянутым частичным процессом; б) сравнение собранных данных датчика с характеристическими видами неисправностей, сохраненными в таблице параметров для данного частичного процесса, причем для этого сравнения из собранных данных датчика, соответствующих

отличительным признакам, описывающим характеристические виды неисправностей данного частичного процесса, извлекают фактические отличительные признаки, которые согласно условию сравнения сравнивают с отличительными признаками в таблице параметров; и с) выбор из таблицы параметров такого вида неисправности, отличительные признаки которого имеют заданную степень соответствия с указанными фактическими отличительными признаками, причем после выполнения этапа с) для выбранного вида неисправности выбирают по меньшей мере одну соответствующую виду неисправности причину неисправности и/или по меньшей мере одно согласованное с видом неисправности мероприятие устранения неисправности, причем причины неисправности и/или мероприятия устранения неисправности, а также указанное согласование с соответствующим видом неисправности сохраняют в таблице. 9 з.п. ф-лы, 4 ил., 1 табл.

RU 2770297 C2

RU 2770297 C2



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G06Q 10/06 (2022.02)

(21)(22) Application: **2019129916, 06.03.2018**

(24) Effective date for property rights:
06.03.2018

Registration date:
15.04.2022

Priority:

(30) Convention priority:
08.03.2017 DE 10 2017 104 884.7

(43) Application published: **08.04.2021 Bull. № 10**

(45) Date of publication: **15.04.2022 Bull. № 11**

(85) Commencement of national phase: **08.10.2019**

(86) PCT application:
EP 2018/055473 (06.03.2018)

(87) PCT publication:
WO 2018/162481 (13.09.2018)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):
THURNER, Frank (DE)

(73) Proprietor(s):
**MTS CONSULTING UND ENGINEERING
GMBH (DE)**

(54) **SYSTEM AND METHOD FOR DETERMINING TYPES OF FAULTS FROM SENSOR DATA IN THE PROCESSES OF MANUFACTURE AND QUALITY ASSESSMENT OF THE PRODUCT**

(57) Abstract:

FIELD: controlling.

SUBSTANCE: invention relates to a method for controlling the production process or the process of assessing the quality of a product and determining the types of faults occurring in said process. In the method, for partial processes of said process, a parameter table with characteristic types of faults is created by means of a computer system with a memory apparatus and a sensor data reception interface, formed on the basis of archival sensor data provided by the sensors matched with the production unit, tool, measuring apparatus and/or apparatus for assessing the quality of the product, wherein the archival data is stored in said memory

apparatus, wherein the archival sensor data describes a number of archival curves having at least two measurements, wherein each curve is matched with a partial process, and wherein the archival curves for each partial process contain archived OK curves (in order) and archival NOK curves (out of order), wherein the archival NOK curves constitute faulty partial processes, wherein after creating the parameter table, the process is monitored online, i.e., during operation and preferably in real time, and the following steps are performed: a) collecting sensor data provided by the sensors during a partial process, wherein the collected sensor data describe at least one curve having at least two

C 2
7 6 2 0 2 7
R U

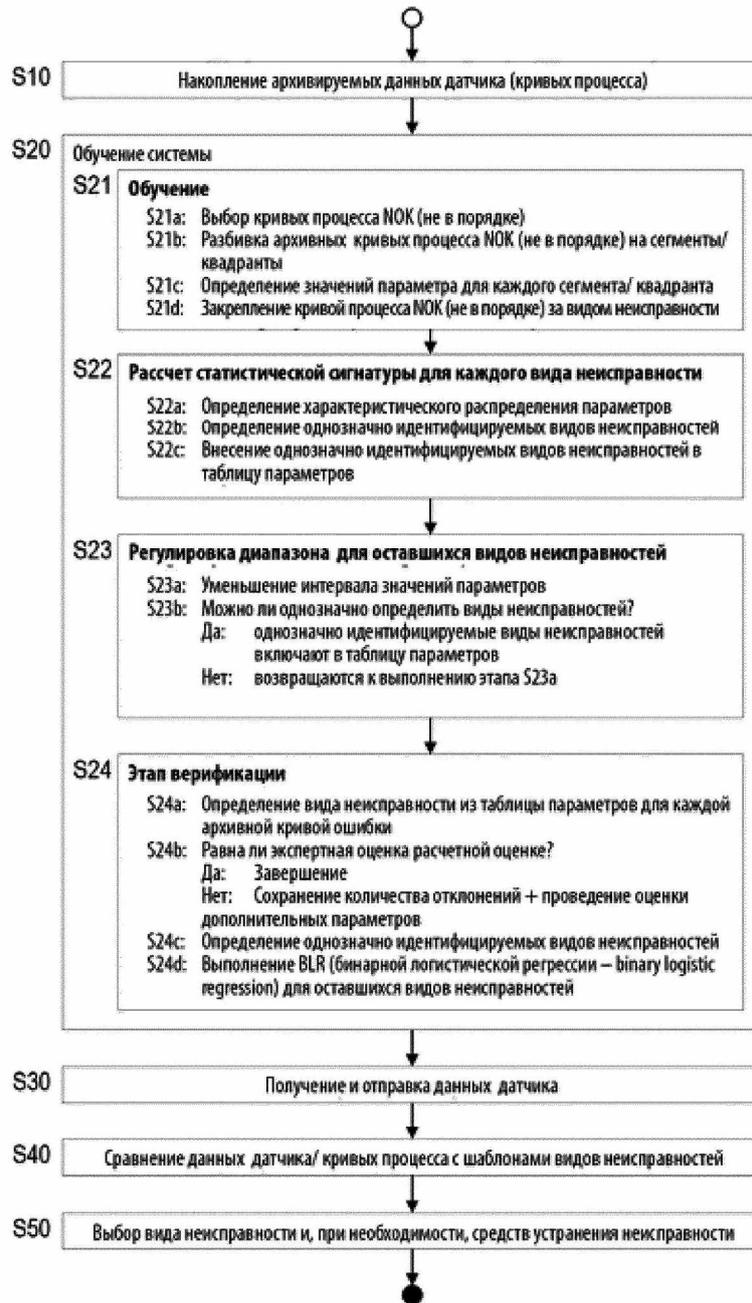
R U
2 7 7 0 2 9 7
C 2

measurements, and wherein the collected sensor data are correlated with said partial process; b) comparing the collected sensor data with the characteristic types of faults stored in the parameter table for said partial process, wherein in order to perform the comparison, actual distinguishing features are extracted from the collected sensor data corresponding to the distinguishing features describing the characteristic types of faults of said partial process, wherein said features are compared with the distinguishing features in the parameter table according to the comparison condition; and c) selecting such type of fault from the parameter table, the

distinguishing features whereof have a predetermined degree of correspondence to said actual distinguishing features, wherein after executing step c) for the selected type of fault, at least one cause of fault is selected, corresponding to the type of fault, and/or at least one fault correction event matched with the type of fault, wherein the causes of the fault and/or the fault correction event, as well as said matching with the corresponding type of fault are stored in table.

EFFECT: increase in the accuracy of diagnosing faults.

10 cl, 4 dwg, 1 tbl



Фиг. 1

RU 2770297 C2

RU 2770297 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к способу определения видов неисправностей для неисправностей, возникающих по меньшей мере в одном технологическом процессе, и непрерывного контроля технологического процесса (производственного процесса, содержащего по меньшей мере один технологический этап, либо процесса оценки качества изделия/оценки качества изделия), каждый из которых основан на полученных от датчика данных, имеющих размерность от 2 до n. Кроме того, изобретение относится к системе, выполненной с возможностью осуществления способа согласно изобретению.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

В процессе производства товаров, например транспортных средств, качество изделий и технологии их изготовления или производства можно повысить при возможности сопоставления неисправности, возникающей в процессе изготовления или производства, с конкретной причиной такой неисправности. В контексте данного документа процесс изготовления или производства включает изготовление, сборку и/или ввод в эксплуатацию отдельных составных частей, например установление винтового соединения между двумя составными частями транспортного средства. В зависимости от типа производимого изделия может существовать бесконечное количество возможных видов неисправностей, для транспортных средств оно может составлять четырех- или пятизначное число. В итоге может накапливаться много неисправностей, количество которых может достигать нескольких сотен.

На самом деле сложно не только обнаружить конкретную неисправность или вид неисправности, но также сопоставить неисправность с причиной неисправности. Поэтому в большинстве случаев невозможно улучшить процесс изготовления или производства, то есть разработать менее склонные к появлению неисправностей процессы изготовления или производства, или сами изделия, или же по сути исключить появление неисправностей в процессе изготовления или производства.

Сложность определения причины неисправности также усугубляется тем, что некоторые неисправности могут иметь разные причины. Вследствие этого в одном случае конкретная неисправность может возникать в результате первой причины неисправности, а в другом случае - в результате второй причины неисправности. Поэтому сама по себе неисправность либо код неисправности, как правило, предоставляют лишь неполную информацию для определения причины неисправности и раскрытия такой причины.

ЦЕЛЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью изобретения является по меньшей мере частичное устранение упомянутых выше недостатков. В частности, цель изобретения состоит в достижении точного выявления и локализации видов неисправностей и причин неисправностей в процессе оценки качества продукции, а также в процессах производства или изготовления, и, как следствие, возможности получения высококачественных продуктов и по сути исключения неисправностей в процессе изготовления или производства. Изобретение предполагает осуществление значительного вклада в стратегию исключения неисправностей в изделиях и процессах изготовления или производства.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

С помощью способа и системы согласно независимыми пунктами формулы изобретения достигается по меньшей мере одна из вышеуказанных целей. Дополнительные признаки и сведения по изобретению, а также целесообразные усовершенствования и дополнительные варианты реализации возникают из соответствующих зависимых пунктов формулы изобретения, описания и графических

материалов. Признаки и сведения, которые описаны вместе со способом согласно изобретению, применимы также к системе согласно изобретению и наоборот, так что раскрытие отдельных аспектов изобретения всегда находится во взаимной связи.

5 С учетом вышеизложенного предлагается способ непрерывного контроля по меньшей мере одного технологического процесса и идентификации видов неисправностей, возникающих в по меньшей мере одном технологическом процессе, при этом для ряда промежуточных процессов по меньшей мере одного технологического процесса создают таблицу параметров с характерными видами неисправностей, причем таблицу параметров формируют на основании архивных данных датчика, при этом архивные
10 данные датчика описывают ряд архивных по меньшей мере двумерных кривых, закрепленных за промежуточным процессом, и при этом архивные кривые для каждого промежуточного процесса содержат архивные кривые ОК (okay) (в порядке) и архивные кривые NOK (not okay) (не в порядке), причем архивные кривые NOK соответствуют неисправным промежуточным процессам.

15 При этом особенно целесообразно, если

- по меньшей мере один процесс включает производственный процесс и процесс оценки качества изделия/оценку качества изделия, и
- промежуточные процессы включают технологические этапы производственного процесса и этапы процесса оценки качества изделия/оценки качества изделия, и
- 20 - архивные кривые содержат архивные кривые процесса и архивные кривые оценки качества изделия, причем архивные кривые ОК содержат архивные кривые ОК процесса и архивные кривые ОК оценки качества изделия, и при этом архивные кривые NOK содержат архивные кривые NOK процесса и архивные кривые NOK оценки качества изделия, а также
- 25 - промежуточные процессы включают неисправные технологические этапы и неисправные изделия.

Также целесообразно, если создание таблицы параметров для каждого промежуточного процесса включает:

- выбор архивных кривых NOK из архивных кривых; и
- 30 - в зависимости от типа промежуточного процесса для каждой выбранной архивной кривой NOK:
 - разделение архивных кривых NOK кривой на ряд сегментов или на ряд квадрантов;
 - определение ряда значений параметров для каждого сегмента/каждого квадранта, причем параметры, относящиеся к типу промежуточного процесса, сохраняют в
35 конфигурационной таблице;
 - выполнение этапа картирования, в котором вид неисправности закрепляют за архивной кривой NOK, причем вид неисправности выбирают из набора видов неисправностей, относящихся к типу промежуточного процесса, которые хранятся в конфигурационной таблице, и при этом вид неисправности предпочтительно закрепляют
40 за несколькими архивными кривыми NOK.

После закрепления видов неисправностей за архивными кривыми NOK создание таблицы параметров может дополнительно включать:

- определение для каждого вида неисправности характеристического распределения параметров, относящихся к соответствующему виду неисправностей (параметров
45 генеральной совокупности);
- на основании всех видов неисправностей определение таких видов неисправностей, которые можно однозначно идентифицировать на основании единственного параметра генеральной совокупности, для которой этот единственный параметр не имеет области

взаимного совмещения с любым другим параметром генеральной совокупности видов неисправностей; а также

- добавление определенных однозначно идентифицируемых видов неисправностей в таблицу параметров, причем в таблице параметров в качестве признака соответствующего вида неисправностей сохраняют только те значения параметра генеральной совокупности, для которых образ ошибки однозначно идентифицируем.

Для тех видов неисправностей, которые не могут быть однозначно идентифицированы на основе единственного параметра генеральной совокупности, целесообразно выполнение последующих этапов:

i) уменьшения интервала значений параметра генеральной совокупности на предварительно заданную относительную или абсолютную величину;

ii) определения таких образцов ошибок, которые являются однозначно идентифицируемыми с помощью параметра генеральной совокупности с уменьшенным интервалом значений и добавления определенного однозначно идентифицируемого вида неисправности в конце таблицы параметров, причем значения параметров генеральной совокупности, имеющих исходные величины интервала значений, сохраняют в таблице параметров в качестве отличительных параметров; а также

iii) проверки оставшихся видов неисправностей, которые не были добавлены в таблицу параметров, и в случае положительного результата проверки перехода к выполнению этапа i) до момента завершения добавления всех видов неисправностей в таблицу параметров.

Признаки, сохраняемые в таблице параметров, перед сохранением можно уточнять с помощью предварительно заданного относительного или абсолютного значения, в частности, пределы интервала могут быть расширены на предварительно заданную относительную величину. Это может компенсировать случайные изменения величин при обнаружении неисправностей.

После добавления всех видов неисправностей в таблицу параметров можно выполнять этап верификации, причем этап верификации включает:

i) определение для каждой архивной кривой NOK, использованной при создании таблицы параметров, соответствующего вида неисправности на основе таблицы параметров путем выбора такого вида неисправности, отличительные параметры которого в таблице параметров совпадают с отличительными параметрами архивной кривой NOK; при этом параметры видов неисправностей, сохраненные в таблице параметров, сравнивают в порядке возрастания с отличительными параметрами архивной кривой NOK, и в случае определения вида неисправности сравнение завершается;

ii) проверку каждой архивной кривой NOK из этапа i) на совпадение обнаруженного вида неисправности с тем видом неисправности, который был сопоставлен с архивной кривой NOK на этапе картирования; и

iii) в случае, когда для вида неисправности на этапе ii) некоторое количество обнаруженных параметров неисправности не совпадает с соответствующими параметрами вида неисправности,

- сохранение этого значения для данного вида неисправности в таблице параметров;

- создание по меньшей мере одного дополнительного отличительного параметра и

сохранение дополнительного отличительного параметра совместно с отличительными параметрами вида неисправности в качестве нового вида неисправности в таблице параметров; а также

- выполнение этапов по п. 4 формулы изобретения для видов неисправностей,

содержащих по меньшей мере один дополнительный отличительный параметр.

Для видов неисправностей, которые не являются однозначно идентифицируемыми даже с помощью дополнительного отличительного параметра, целесообразно выполнять бинарную логистическую регрессию, причем для таких видов неисправностей формулу бинарной логистической регрессии для вида неисправности сохраняют в таблице параметров, а затем повторно выполняют этап верификации.

В таблице параметров можно отметить те виды неисправностей, для которых на этапе верификации было сохранено наименьшее соответствующее значение.

Архивные данные датчика могут быть предоставлены датчиками. Эти датчики могут быть установлены на производственном предприятии, станке, измерительном устройстве и/или устройстве для оценки качества изделия.

После создания таблицы параметров можно выполнять следующие этапы:

а) сбора данных датчиков, предоставляемых датчиками во время промежуточного процесса, причем собранные данные датчика описывают по меньшей мере одну по меньшей мере двумерную кривую, и при этом собранные данные датчика относятся к промежуточному процессу;

б) сравнения собранных данных датчиков с отличительными параметрами видов неисправностей для данного промежуточного процесса, сохраненными в таблице параметров, причем для сравнения фактические отличительные параметры извлекают из собранных данных датчиков, соответствующих отличительным параметрам, описывающим характерные виды неисправностей данного промежуточного процесса, при этом сравнение фактических отличительных параметров с отличительными параметрами в таблице параметров проводят согласно условию сравнения; а также

с) выбора из таблицы параметров такого вида неисправности, отличительные параметры которого с заданной степенью соответствия совпадают с фактическими отличительными параметрами.

Для предварительно заданной степени соответствия необязательно предусматривают, что каждый фактический отличительный параметр и соответствующий отличительный параметр вида неисправности удовлетворяют предварительно определенному критерию соответствия.

После выполнения этапа с) для выбранного вида неисправности можно определить по меньшей мере одну причину неисправности, соответствующую виду неисправности, и/или по меньшей мере одно средство устранения неисправности, соответствующее виду неисправности, причем причины неисправности и/или средства устранения неисправности, а также закрепление за соответствующим видом неисправности сохраняют в таблице.

Кроме этого предлагается система, которая предназначена для реализации способа согласно изобретению, например компьютерная система с запоминающим устройством, в котором хранится таблица параметров, и интерфейс для приема данных датчика, используемых для обнаружения видов неисправностей.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Дополнительные сведения и признаки изобретения становятся очевидными из нижеследующего описания, представленного совместно с графическими материалами, при этом изобретение не ограничивается вариантами реализации, описанными ниже.

На графических материалах:

фиг. 1 представляет блок-схему способа согласно изобретению;

фиг. 2 содержит набор кривых процесса, включая ряд архивных кривых НОК процесса и ряд архивных кривых ОК процесса;

фиг. 3 представляет конкретный пример архивной кривой ОК процесса и архивной кривой NOK процесса (разделенной на квадранты); а также

фиг. 4 представляет типовое распределение значений параметра для нескольких видов неисправностей.

5 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

С помощью способа согласно изобретению или с помощью системы согласно изобретению можно получать по сути лишённые неисправностей и устойчивые к отказу изделия и процессы, в частности производственные процессы. Способ согласно изобретению и система согласно изобретению дают значительный вклад в стратегию
10 исключения неисправностей, а также в проведение оптимизации изделий и технологических процессов за счет организации цифровых сетей для выполнения процессов изготовления и сборки.

Типовыми применениями способа согласно изобретению являются

- распознавание отличий между состояниями ОК (в порядке) и состояниями NOK (не
15 в порядке), в том числе распознавание отличий между неисправными и исправными изделиями, или между неисправными и исправными процессами, на основе кривых процесса и/или оценки качества изделия, или на основе непрерывного получения отличительных параметров, например в сетевом режиме во время выполнения производственного процесса, и/или

- распознавание видов неисправностей по кривым NOK, например, из процесса NOK
20 и/или кривых оценки качества изделия, для возможности использования конкретных средств по устранению неисправностей исходя из вида неисправности.

Как следствие, с помощью способа/системы согласно изобретению при оценке качества изделия можно идентифицировать виды неисправностей и кривые процесса,
25 установить причинно-следственные связи и причины для каждого вида неисправности, а также предложить или предоставить решения и средства для каждого вида неисправности. Например, в случае определения видов неисправности непосредственно в процессе производства уже в процессе производства могут быть предложены и использованы средства по устранению неисправности.

30 Фиг. 1 представляет блок - схему способа согласно изобретению.

Согласно изобретению предлагается вначале проводить «обучение» системы, с помощью которой осуществляют непрерывный контроль оценки качества изделия и/или технологических этапов производственного процесса, или с помощью которой идентифицируют виды неисправностей некачественных изделий и/или технологических
35 этапов процесса. На основе «изученной» информации система может затем осуществлять непрерывный контроль качества изделий или функциональности изделий, и/или производственного процесса, и идентифицировать неисправные изделия и/или этапы технологического процесса, а также их возможные причины, предпочтительно в сетевом режиме, то есть, например, во время проведения оценки качества изделия и/или
40 производственного процесса, и предлагать решения и средства по устранению неисправностей исходя из определенных видов неисправностей.

Далее в данном документе термин «этап технологического процесса» включает как этапы оценки качества изделия, так и/или этапы производственного процесса. Эти этапы процесса также именуется промежуточными процессами. Термин
45 «производственный процесс» также включает процессы оценки качества изделия. Термин «кривые процесса» также включает кривые оценки качества изделия.

Поэтому способ, описанный ниже применительно к технологическим процессам, этапам процесса и кривым процесса также может быть применен согласно изобретению

к оценкам качества изделия, процессам оценки качества изделия или кривым оценки качества изделия.

С этой целью на первом этапе S10 выполняют получение данных датчика, на основе которых на следующем этапе S20 проводят «обучение» системы. Данные датчика могут описывать кривые процесса для конкретного технологического процесса или этапа процесса, т.е. данные датчика получают предпочтительно в виде наборов из n чисел ($n \geq 1$).

Данные датчиков предоставляются датчиками, которые осуществляют непрерывный контроль, например, конкретного производственного устройства или конкретного станка. Например, динамометрический ключ с электроприводом может иметь датчик вращательного момента и датчик угла поворота, с помощью которых можно измерять вращательный момент и угол поворота во время операции завинчивания. Из записанных значений вращательных моментов и углов поворота (набор из 2 чисел) можно сформировать кривую процесса, которая отображает вращательный момент как функцию от угла поворота.

Можно использовать датчики для других физических величин. В связи с этим, например, можно использовать таймер, который, дополнительно к величинам вращательного момента и угла поворота, также определяет время завинчивания (например, в миллисекундах). Из записанных значений вращательных моментов, углов поворота и времени завинчивания (набор из 3 чисел) также можно создать кривую процесса (в данном случае - трехмерную кривую процесса), которая отображает, например, вращательный момент как функцию от угла вращения, или вращательный момент как функцию от времени завинчивания.

Для оценки качества технологического процесса и/или изделия вместо кривых также возможно использовать постоянные отличительные признаки.

Эти данные датчика, полученные для обучения системы, или образованные из них кривые процесса в контексте данного документа именуется «архивными данными датчика» или «архивными кривыми процесса». Архивные данные датчика хранятся в запоминающем устройстве системы. В зависимости от характера процесса архивные данные датчика или архивные кривые процесса можно накапливать в течение определенного периода времени, с тем, чтобы образовать достаточно большую для обучения базу данных.

После накопления архивных данных датчика для различных технологических процессов или этапов процесса архивные данные датчика закрепляют за соответствующим технологическим процессом или этапом процесса в запоминающем устройстве. Для получения возможности распознавания неисправных этапов процесса во время непрерывного контроля целесообразно добавлять в архивные кривые процесса, закрепленные за технологическим процессом или этапом процесса, не только кривые ОК процесса, но и минимальное количество (например, по меньшей мере шесть) кривых NOK процесса. Кривые NOK процесса представляют неисправные этапы процесса или неисправные изделия или функции изделия.

Следующие этапы S21 - S24 выполняют на протяжении этапа S20 или в качестве промежуточных этапов S20.

Этапы S21a - S21d именуется как «Обучение» S21.

Этапы S22a - S22c именуется как «Расчет сигнатуры» S22.

Этапы S23a - S23b именуется как «Регулировка диапазона» S23.

Этапы S24a - S24d именуется как «Этап верификации» S24.

Вначале создают таблицу параметров и сохраняют ее в запоминающем устройстве

системы согласно изобретению. После обучения системы таблица параметров содержит ряд характерных видов неисправностей для ряда различных технологических процессов или этапов процесса.

Для этой цели, во-первых, на этапе S21a для каждого технологического процесса, подлежащего обучению, из соответствующих архивных кривых процесса (которые содержат кривые NOK и ОК процесса) выбирают кривые NOK процесса.

Выбор кривых NOK процесса может быть осуществлен пользователем, например, с помощью соответствующего окна ввода/выбора. В этом случае количество выбранных кривых NOK процесса должно достигать определенного порядка, чтобы для каждого «вида неисправности», подлежащего «обучению», гарантировать наличие определенного размера выборки случаев NOK.

Пример набора архивных кривых процесса, включая ряд кривых NOK процесса и ряд кривых ОК процесса, представлен на фиг. 2. Кривые вращательного момента представлены здесь в виде функции от угла поворота при операции завинчивания. Кривыми NOK процесса здесь являются те кривые, которые заканчиваются вне пределов заданного целевого диапазона, при этом целевой диапазон представлен здесь окном F. Здесь окно F образовано определенным интервалом угла поворота и определенным интервалом вращательного момента.

После выбора архивных кривых NOK процесса на этапе S21b их разделяют на сегменты или квадранты (по отдельности или вместе). Архивная кривая NOK процесса, разделенная на квадранты, показана на фиг. 3, на котором также показана архивная кривая ОК процесса. В примере, представленном на фиг. 3, кривая NOK процесса разделена в общей сложности на 9 квадрантов.

Разделение архивных кривых NOK процесса на квадранты или сегменты можно выполнять двумя способами:

1. На основании различных настроек параметров станков или агрегатов, датчики которых создают и предоставляют данные датчиков для соответствующей архивной кривой процесса, выбор сегментов или квадрантов можно выполнять в автоматическом режиме. В операции завинчивания, например, для этой цели можно использовать измеряемый вращательный момент, пороговый вращательный момент, заданный вращательный момент, дополнительные вращательные моменты и соответствующие углы или углы поворота. Например, в примере, представленном на фиг. 3, в качестве параметров для выбора первых четырех квадрантов использовали значения измеряемого вращательного момента FM и порогового вращательного момента SWM, а также соответствующие углы поворота.

2. На основании ввода пользователя.

В этом случае пользователь может устанавливать сегменты или квадранты самостоятельно, принимая во внимание определенные параметры или даже независимо от параметров.

После разделения архивных кривых NOK процесса на сегменты/квадранты на следующем этапе S21c для каждого сегмента/каждого квадранта каждой кривой NOK процесса определяют ряд значений параметров. Параметры, для которых определяют значения, зависят, с одной стороны, от вида этапа процесса, на котором основана соответствующая кривая NOK процесса и, с другой стороны, от соответствующего сегмента/квадранта. Например, для двух разных процессов завинчивания или для двух разных квадрантов кривой NOK процесса, значения которых определяются, могут быть использованы разные параметры.

Параметры, относящиеся к каждому типу этапа процесса и к каждому сегменту/

каждому квадранту, сохраняют в конфигурационной таблице, которая может храниться в запоминающем устройстве системы. Параметры могут содержать статистические параметры. Примеры таких параметров для каждого сегмента/квадранта:

- Конечное значение (X), конечное значение (Y)
- 5 - Макс (X), Макс (Y)
- Стандартное отклонение (X), стандартное отклонение (Y)
- Среднее/Медиана (X), Среднее/Медиана (Y)
- Крутизна Y (при X от; до), кривизна Y (при X от; до) и т.п.

10 В зависимости от типа кривой NOK процесса и сегмента/квадранта можно образовывать определенные комбинации параметров.

Установленные значения параметров можно сохранять в запоминающем устройстве и закреплять за соответствующей архивной кривой NOK процесса.

15 После установления значений параметров для архивных кривых NOK процесса на этапе S21d картирования виды неисправностей закрепляют за архивными кривыми NOK процесса. В предпочтительном варианте за каждой отдельно взятой архивной кривой процесса NOK закрепляют вид неисправности. Эту часть предпочтительно выполняют вручную.

20 Для помощи пользователю можно отобразить соответствующую архивную кривую NOK процесса одновременно с предпочтительным отображением разделения на квадранты/сегменты и установленных значений параметров. Кроме того, можно отображать те архивные кривые NOK процесса, за которыми закреплен один и тот же вид неисправности.

25 В зависимости от типа архивной кривой NOK процесса за ней можно закреплять разные виды неисправностей. Возможные закрепляемые виды неисправностей хранятся в конфигурационной таблице. Например, вид неисправности «Слишком большой угол поворота» может быть закреплен за кривой NOK процесса, которая представляет операцию завинчивания, но не за кривой NOK процесса, которая представляет операцию пайки. Безусловно конкретный вид неисправности может быть закреплен за несколькими кривыми NOK разных процессов или за несколькими кривыми NOK одного и того же

30 процесса.

Закрепление кривой NOK процесса за видом неисправности сохраняется в запоминающем устройстве системы. При этом каждому виду неисправности одновременно присваивают ряд параметров.

35 Например, виды неисправностей для операции завинчивания (например, с помощью динамометрической отвертки с электроприводом) могут представлять собой:

- соскальзывание/буксование отвертки;
- слишком большой конечный угол;
- слишком низкое значение конечного вращательного момента и т.п.

40 Архивную кривую NOK процесса, показанную на фиг. 3, можно закрепить, например, за видом неисправности «соскальзывание», которое можно распознать, например, по значению вращательного момента, внезапно падающему почти до 0 Н·м при угле поворота приблизительно 720°.

45 После сопоставления видов неисправностей с архивными кривыми NOK процесса для каждого закрепленного вида неисправности можно провести проверку на соответствие количества архивных кривых NOK процесса критерию размера представительной выборки.

Например, можно проверить, был ли вид неисправности закреплен за по меньшей мере n (например, $n \geq 6$) архивными кривыми NOK процесса.

После этапа S21d и, при необходимости, проверки размера выборки, для каждого вида неисправности в системе сохраняется ряд архивных кривых NOK процесса вместе с параметрами соответствующего вида неисправности и размером представительной выборки. В результате «обучение» завершается. Закрепление архивной кривой NOK процесса за видом неисправности в контексте данного документа именуется как «экспертная оценка».

Далее на этапе S22 производят вычисление так называемой статистической сигнатуры для каждого вида неисправности, то есть для архивных кривых NOK процесса, соответствующих виду неисправности.

С этой целью, во-первых, на этапе S22a для каждого вида неисправности определяют характеристическое распределение значений параметров, определенных на этапе S21c для архивных кривых NOK процесса, закрепленных за соответствующим видом неисправности. Архивные кривые NOK процесса, соответствующие виду неисправности, именуется генеральной совокупностью вида неисправности, причем каждый параметр генеральной совокупности вида неисправности (именуемый параметром генеральной совокупности) имеет характеристическое распределение.

На фиг. 4 в виде прямоугольников представлен пример характеристического распределения для параметра «Макс. вращательный момент» и для видов неисправностей «Соскальзывание», «Остановка», «Раннее проникновение», «Задержка проникновения», «Макс. угол» и «Слишком высокое усилие нарезки».

После выполнения этапа S22a на этапе S22b определяют те виды неисправностей, которые однозначно идентифицируемы на основе единственного параметра или единственного параметра генеральной совокупности. Это такие виды неисправностей, которые имеют по меньшей мере один параметр генеральной совокупности, не имеющий области взаимного совмещения с любым другим параметром генеральной совокупности аналогичного параметра для всех видов неисправностей. То есть, вид неисправности, имеющий параметр, генеральная совокупность которого не имеет области взаимного совмещения с генеральными совокупностями того же параметра для других видов неисправностей, является однозначно идентифицируемым по данному параметру. Поскольку по отношению к данному параметру заданный вид неисправности является однозначно идентифицируемым, этот параметр также не должен однозначно идентифицировать другой вид неисправности.

В примере, представленном на фиг. 4, вид неисправности «Макс. угол» однозначно идентифицируем по параметру «Макс. вращательный момент», поскольку генеральная совокупность параметра «Макс. вращательный момент» для вида неисправности «Макс. угол» не имеет области взаимного совмещения с любой другой генеральной совокупностью параметра «Макс. вращательный момент» оставшихся видов неисправностей, в то время как для иных видов неисправностей генеральные совокупности параметра «Макс. вращательный момент» имеют области взаимного совмещения. Для оставшихся видов неисправностей, представленных на фиг. 4, проводят последующую дополнительную проверку наличия иных параметров, с помощью которых эти виды неисправностей являются однозначно идентифицируемыми на основании единственного параметра.

Затем однозначно идентифицируемые виды неисправностей, определенные на этапе S22b, на последующем этапе S22c переносят в начало таблицы параметров. На этом этапе для каждого вида неисправности в таблице параметров сохраняют и закрепляют за видом неисправности предпочтительно только значения (например, границ интервала) параметра, с помощью которого соответствующий вид неисправности может быть

однозначно идентифицирован. В примере, представленном на фиг. 4, для вида неисправности «Макс. угол» сохраняют только значения параметра «Макс. вращательный момент», например, в форме «100 <= макс. вращательный момент [Н·м] <= 152», если нижнее и верхнее внутренние значения (границы генеральной выборки) сохраняют в качестве границ интервала.

Следовательно, при непрерывном контроле производственного процесса для операции завинчивания, вид неисправности «Макс. угол» можно определить при значениях максимального вращательного момента, находящихся в пределах от 100 Н·м до 152 Н·м.

Кроме того, значения оставшихся параметров для вида неисправности также можно сохранять в таблице параметров, причем в этом случае отличительный признак, позволяющий однозначно идентифицировать вид неисправности, определяют отдельно.

Значения параметров, сохраняемые в таблице параметров, можно уточнять, например, с помощью относительного или абсолютного значения. Например, границы интервала можно скорректировать на $\pm 5\%$, так что в приведенном выше примере будет сохранено «95 <= максимальный вращательный момент [Н·м] <= 159,6». Это можно использовать для компенсации случайных изменений величин, которые не были зарегистрированы из-за размера выборки генеральной совокупности для вида неисправности.

В следующей таблице представлен раздел таблицы параметров для вида неисправности «Макс. угол», показанного на фиг. 4, в котором границы интервала были модифицированы.

Поскольку параметр «Максимальный вращательный момент [Н·м]» позволяет однозначно идентифицировать вид неисправности «Макс. угол», в таблице параметров сохраняют только эти значения.

Значения остальных параметров остаются незаполненными.

Параметр	Мин. значение	Макс. значение
Угол [°]	--	--
Стандартное отклонение	--	--
Макс. вращательный момент [Н·м]	95	159,6
Начальный вращательный момент [Н·м]	--	--
Конечный вращательный момент [Н·м]	--	--

Если для однозначной идентификации вида неисправности требуется несколько параметров, соответствующие значения сохраняют в таблице параметров для каждого из этих нескольких параметров. Кроме того, в таблице параметров может быть сохранена логическая связь между значениями отдельных параметров (И/ИЛИ, исключаящее ИЛИ,...).

Те (оставшиеся) виды неисправностей, которые не являются идентифицируемыми с помощью единственного параметра или с помощью единственной генеральной выборки параметра, подвергают дальнейшей обработке на следующем этапе S23, который называется «регулировка диапазона», с целью, если возможно, достичь однозначной идентификации также и для этих видов неисправностей.

В этом случае на этапе S23a для всех параметров оставшихся видов неисправностей выполняют уменьшение величины интервалов значений (например, нижнего и верхнего внутренних значений (границ генеральной совокупности)) на предварительно заданное относительное или абсолютное значение.

Далее, на этапе S23b проверяют наличие среди оставшихся видов неисправностей одного (или нескольких) видов неисправностей, которые однозначно идентифицируемы на основе единственного параметра.

При таком наличии: один или несколько однозначно идентифицируемых видов неисправностей, аналогично этапу 22с, добавляют в конце таблицы параметров, при необходимости, с измененными границами интервалов параметров.

В случае их отсутствия: продолжают «регулировку диапазона», вернувшись к выполнению этапа 23а.

Регулировку диапазона выполняют итеративно до тех пор, пока все виды неисправностей не будут однозначно идентифицированы на основе единственного параметра и добавлены в таблицу параметров.

По завершении этапа S23 все виды неисправностей или параметры, связанные с этими видами неисправностей, сохраняют в архивных кривых NOK процесса, помещенных на этапе S21а в таблицу параметров в качестве отличительных параметров видов неисправностей.

После этапа S23 выполняют этап S24 верификации.

Согласно варианту изобретения, этап верификации выполняют только для тех видов неисправностей, которые можно поместить в таблицу параметров только с помощью этапа 23 (регулировки диапазона).

Согласно еще одному варианту изобретения этап верификации выполняют для всех видов неисправностей.

В пределах этапа S24 верификации соответствующий вид неисправности из таблицы параметров вначале определяют на этапе S24а на основе ранее созданной таблицы параметров для каждой архивной кривой NOK процесса (возможно, с вышеупомянутым ограничением), которую использовали при создании таблицы параметров. Определенный таким образом вид неисправности для архивного этапа NOK процесса, называется «Расчетной оценкой».

Далее, на этапе S24b, для каждого архивного NOK вида неисправности проверяют наличие соответствия между экспертной оценкой и расчетной оценкой либо различия между двумя оценками. В результате проверяют идентичность между видом неисправности, закрепленным за архивной кривой NOK процесса на этапе S21d, и видом неисправности, полученным для этой архивной кривой NOK процесса на этапе S24а. В идеальном случае для каждой архивной кривой NOK процесса вид неисправности, закрепленный за архивной кривой NOK процесса на этапе S21d, идентичен соответствующему виду неисправности, определенному на этапе S24а.

Верификацию на этапе S24b выполняют для каждого вида неисправности. То есть определяют, какие кривые NOK процесса были закреплены за видом неисправности, верификацию которого выполняют на этапе S21d. Далее на этапе S24а проверяют, какие виды неисправностей были определены для данных архивных кривых NOK процесса. При отсутствии отклонений этап S24 для данного архивного вида неисправности может быть завершен.

Однако, если для вида неисправности на данном этапе появляются отклонения, то есть, если на этапе S24а за архивной кривой NOK процесса был закреплен другой вид неисправности, отличный от закрепленного на этапе S21d, возникает отклонение экспертной оценки от расчетной оценки. Количество отклонений может быть сохранено в таблице параметров для соответствующего вида неисправности. В то же время, для этого вида неисправности задают один или несколько дополнительных параметров. Затем этот вид неисправности (исходные параметры и дополнительные параметры) сохраняют в качестве нового вида неисправности в таблице параметров, причем также может быть проведена перезапись уже существующего в таблице параметров вида неисправности. Добавление дополнительных параметров может быть осуществлено

пользователем системы. Дополнительными параметрами могут являться, например, распределение в интервале, крутизна в интервале, кривизна в интервале и т.п.

Затем для тех видов неисправностей, для которых были добавлены дополнительные параметры (этап S24c), проверяют наличие видов неисправностей, однозначно идентифицируемых с помощью единственного параметра. Для тех видов неисправностей, которые подтверждают такое наличие, этап верификации завершают.

Для остальных видов неисправностей на последующем этапе S24d выполняют бинарную логистическую регрессию (binary logistic regression, BLR), причем формулу бинарной логистической регрессии для соответствующего вида неисправности сохраняют в таблице параметров.

В таблице параметров для каждого вида неисправности дополнительно сохраняют информацию о способе, с помощью которого вид неисправности был добавлен в таблицу параметров, а именно

- согласно этапам S22b и S22c, или
- согласно этапу S23b (регулировка диапазона), или
- согласно этапу S24c (регулировка диапазона+дополнительные характеристики), или
- согласно этапу S24d (BLR),

при этом также указывают, какой метод приводит к наименьшему расхождению между экспертной оценкой и расчетной оценкой.

В конце этапа S24d также происходит завершение этапа S20, и систему можно считать обученной.

С помощью системы, обученной для определенных технологических процессов или этапов процесса, эти технологические процессы или этапы процесса можно непрерывно контролировать в сетевом режиме, то есть во время работы и предпочтительно в режиме реального времени, причем непосредственно после обнаружения ошибки оператор может быть уведомлен о соответствующих видах неисправностей и, при необходимости, также о соответствующих средствах по устранению неисправностей.

Для этой цели на этапе S30 станки/агрегаты и т.п. предоставляют данные датчиков, собранные датчиками, которые закреплены за станком/агрегатом. Например, динамометрический ключ с электрическим приводом может быть связан с датчиком вращающего момента и датчиком угла поворота. В этом случае данные датчика описывают кривую процесса, описывающую технологический процесс/этап процесса, например, изменение вращательного момента во времени или изменение вращательного момента в зависимости от угла поворота, например во время операции завинчивания.

Полученные таким образом данные датчика или результирующие кривые процесса теперь можно сравнивать на этапе S40 с параметрами видов неисправностей, сохраненными в таблице параметров. Для параметров характерных видов неисправностей, связанных с технологическим процессом/этапом процесса, требуемые значения параметров извлекают из соответствующей кривой процесса и сравнивают с параметрами видов неисправностей из таблицы параметров.

В случае положительного результата сравнения на этапе S50 соответствующий вид неисправности выбирают из таблицы параметров в качестве результата сравнения и предоставляют его пользователю. Кроме того, средства для устранения неисправностей, закрепленные за данным видом неисправности, могут быть выбраны из таблицы действий и также предоставлены пользователю.

В противном случае неисправность отсутствует или неисправность все еще не определена. В последнем случае система может быть обучена для этого неизвестной

неисправности, при условии существования достаточно большой выборки соответствующих архивных кривых НОК процесса.

Это позволяет, например, обнаруживать неисправности или виды неисправностей почти в режиме реального времени в текущем производственном процессе. Можно проводить непосредственное сравнение данных датчика, предоставляемых в режиме реального времени, например производственным предприятием, с сохраненными параметрами видов неисправностей. В некоторых случаях неисправный этап процесса можно обнаружить еще до окончания этапа процесса, например, возможную неисправность можно обнаружить из изменения значений вращательного момента динамометрического ключа до завершения операции завинчивания, так что даже отсутствует необходимость в завершении операции завинчивания.

(57) Формула изобретения

1. Способ контроля по меньшей мере одного процесса, включающего в себя производственный процесс и процесс оценки качества изделия/оценку качества изделия, и определения видов неисправностей, возникающих в упомянутом по меньшей мере одном процессе, с помощью компьютерной системы с запоминающим устройством и интерфейсом для приема данных датчиков,

при этом для частичных процессов упомянутого по меньшей мере одного процесса, причем упомянутые частичные процессы включают в себя этапы производственного процесса и этапы процесса оценки качества изделия/оценки качества изделия, создают таблицу параметров с характеристическими видами неисправностей,

при этом таблицу параметров формируют на основании архивных данных датчика, причем архивные данные датчика предоставляются датчиками, причем указанные датчики согласованы с производственной установкой, инструментом, измерительным устройством и/или устройством для оценки качества изделия, причем архивные данные сохраняют в упомянутом запоминающем устройстве,

при этом архивные данные датчика описывают ряд архивных кривых, которые имеют по меньшей мере два измерения и согласованы каждая с частичным процессом, и при этом архивные кривые для каждого частичного процесса содержат архивные ОК-кривые (в порядке) и архивные НОК-кривые (не в порядке), причем архивные НОК-кривые представляют неисправные частичные процессы,

причем после создания таблицы параметров процесс контролируют онлайн, то есть во время работы и предпочтительно в реальном времени, и выполняют следующие этапы:

а) сбор (S30) данных датчика, предоставляемых датчиками во время частичного процесса, причем собранные данные датчика описывают по меньшей мере одну кривую, которая имеет по меньшей мере два измерения, и при этом собранные данные датчика соотносят с упомянутым частичным процессом;

б) сравнение (S40) собранных данных датчика с характеристическими видами неисправностей, сохраненными в таблице параметров для данного частичного процесса, причем для этого сравнения из собранных данных датчика, соответствующих отличительным признакам, описывающим характеристические виды неисправностей данного частичного процесса, извлекают фактические отличительные признаки, которые согласно условию сравнения сравнивают с отличительными признаками в таблице параметров; и

в) выбор (S50) из таблицы параметров такого вида неисправности, отличительные признаки которого имеют заданную степень соответствия с указанными фактическими

отличительными признаками,

причем после выполнения этапа с) для выбранного вида неисправности выбирают по меньшей мере одну соответствующую виду неисправности причину неисправности и/или по меньшей мере одно согласованное с видом неисправности мероприятие устранения неисправности, причем причины неисправности и/или мероприятия устранения неисправности, а также указанное согласование с соответствующим видом неисправности сохраняют в таблице.

2. Способ по предшествующему пункту, отличающийся тем, что

- архивные кривые содержат архивные кривые процесса и архивные кривые оценки качества изделия, причем архивные ОК-кривые содержат архивные ОК-кривые процесса и архивные ОК-кривые оценки качества изделия, и при этом архивные NOK-кривые содержат архивные NOK-кривые процесса и архивные NOK-кривые оценки качества изделия, и

- неисправные частичные процессы включают в себя неисправные технологические этапы и неисправные изделия.

3. Способ по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что создание таблицы параметров для каждого частичного процесса включает в себя:

- выбор (S21a) архивных NOK-кривых из архивных кривых; и

- для каждой выбранной архивной NOK-кривой и в зависимости от типа частичного процесса:

- разделение (S21b) архивной NOK-кривой на сегменты или на квадранты;

- определение (S21c) значений параметров для каждого сегмента/каждого квадранта, причем параметры, относящиеся к типу частичного процесса, сохраняют в конфигурационной таблице;

- выполнение (S21d) этапа согласования, в котором за архивной NOK-кривой закрепляют вид неисправности, причем этот вид неисправности выбирают из набора видов неисправностей, относящихся к типу частичного процесса, которые сохранены в конфигурационной таблице, и при этом вид неисправности предпочтительно закрепляют за несколькими архивными NOK-кривыми.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что создание таблицы параметров после закрепления видов неисправностей за архивными NOK-кривыми дополнительно включает в себя:

- определение (S22a) для каждого вида неисправности характеристического распределения параметров (совокупности параметров), относящихся к соответствующему виду неисправностей;

- определение (S22b) из всех видов неисправностей таких видов неисправностей, которые можно однозначно идентифицировать на основании одной единственной совокупности параметров, причем эта одна совокупность параметров не перекрывается с любой другой совокупностью параметров видов неисправностей; и

- добавление (S22c) упомянутых определенных однозначно идентифицируемых видов неисправностей в таблицу параметров, причем в таблице параметров в качестве отличительного признака для соответствующего вида неисправностей сохраняют только те значения совокупности параметров, с помощью которой упомянутый вид неисправности однозначно идентифицируем.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что для тех видов неисправностей, которые не могут быть однозначно идентифицированы на основе одной единственной совокупности параметров, выполняют следующие этапы:

i) уменьшение (S23a) длин интервала совокупностей параметров на предварительно

заданную относительную или абсолютную величину;

ii) определение (S23b) таких видов неисправностей, которые являются однозначно идентифицируемыми с помощью совокупности параметров с уменьшенными длинами интервала, и добавление упомянутых определенных однозначно идентифицируемых видов неисправности в конец таблицы параметров, причем значения упомянутых совокупностей параметров с первоначальными длинами интервалов сохраняют в таблице параметров в качестве отличительных признаков; и

iii) проверка, имеются ли еще виды неисправностей, которые не были добавлены в таблицу параметров, и в случае положительного результата проверки продолжают выполнять этап i) до тех пор, пока все виды неисправностей окажутся добавленными в таблицу параметров.

6. Способ по п.4 или 5, отличающийся тем, что отличительные признаки, сохраняемые в таблице параметров, перед сохранением модифицируют с помощью предварительно заданного относительного или абсолютного значения, в частности расширяют границы интервала на предварительно заданную относительную величину.

7. Способ по п.5 или 6, отличающийся тем, что после добавления всех видов неисправностей в таблицу параметров выполняют этап перепроверки (S24), причем этап перепроверки включает в себя:

i) определение (S24a) для каждой архивной NOK-кривой, использованной при создании таблицы параметров, соответствующего ей вида неисправности на основе таблицы параметров путем выбора такого вида неисправности, отличительные признаки которого в таблице параметров совпадают с отличительными признаками архивной NOK-кривой; при этом виды неисправностей, сохраненные в таблице параметров, сравнивают в порядке возрастания с отличительными признаками архивной NOK-кривой, и при этом сравнение завершают, как только определяют вид неисправности;

ii) перепроверку (S24b) для каждой архивной NOK-кривой из этапа i) на совпадение обнаруженного вида неисправности с тем видом неисправности, который был согласован/закреплен с/за архивной NOK-кривой на упомянутом этапе согласования; и

iii) в случае, когда для вида неисправности на этапе ii) некоторое количество обнаруженных видов неисправности не совпадает с согласованными видами неисправности,

- сохранение упомянутого количества для упомянутого вида неисправности в таблице параметров;

- создание по меньшей мере одного дополнительного отличительного признака и сохранение дополнительного отличительного признака совместно с отличительными признаками вида неисправности в качестве нового вида неисправности в таблице параметров; а также

- выполнение этапов по п. 4 для тех видов неисправностей, которые имеют упомянутый по меньшей мере один дополнительный отличительный признак.

8. Способ по п.7, отличающийся тем, что для видов неисправностей, которые не являются однозначно идентифицируемыми с помощью упомянутого дополнительного отличительного признака, выполняют бинарную логистическую регрессию, причем для таких видов неисправностей формулу бинарной логистической регрессии для вида неисправности сохраняют в таблице параметров и причем затем повторно выполняют этап перепроверки.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что в таблице параметров отмечают те виды неисправностей, для которых на этапе перепроверки было сохранено наименьшее

соответствующее количество.

10. Способ по одному из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что для
предварительно заданной степени соответствия каждый фактический отличительный
признак и соответствующий отличительный признак вида неисправности удовлетворяют
5 предварительно заданному критерию соответствия.

10

15

20

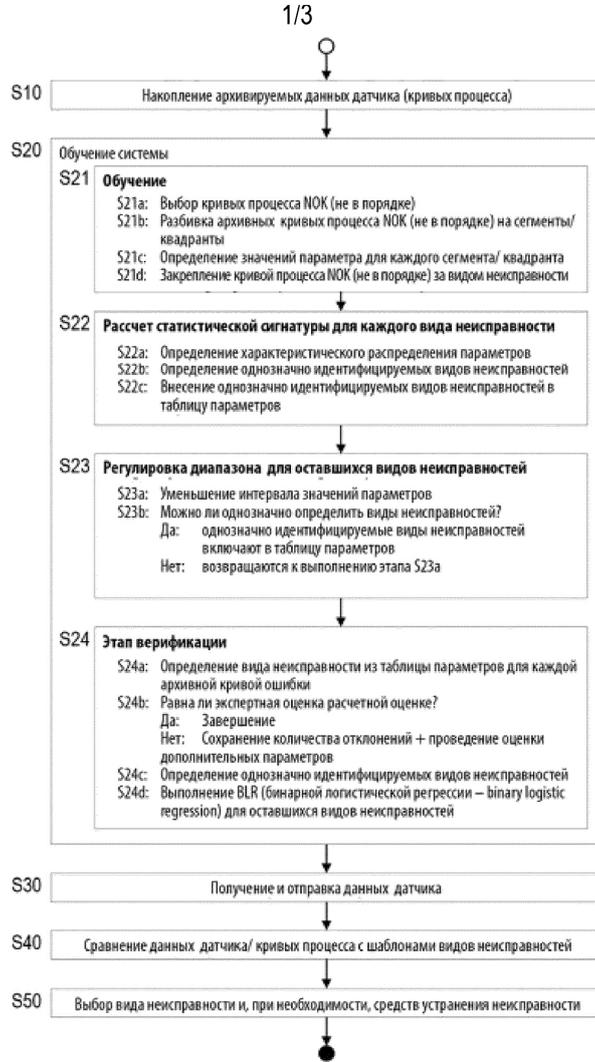
25

30

35

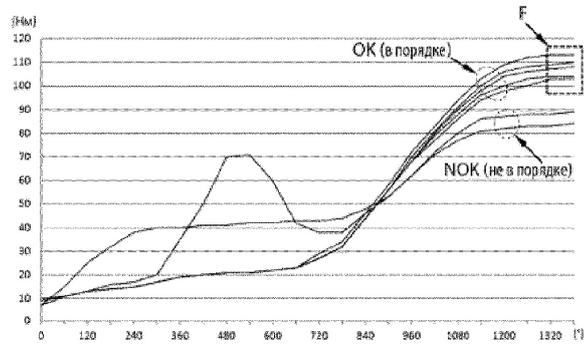
40

45

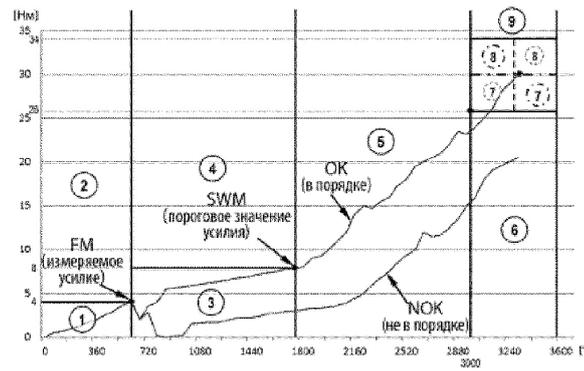


Фиг. 1

2/3

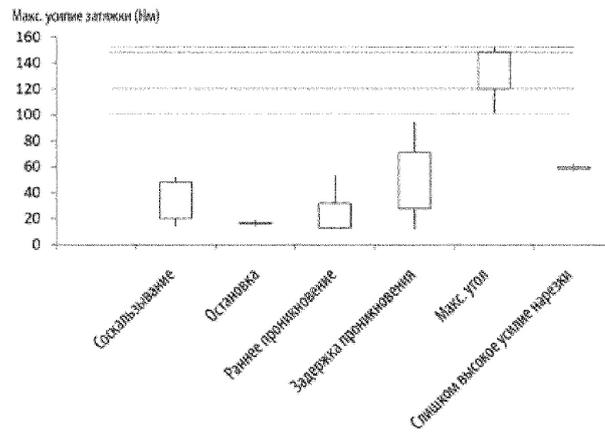


Фиг. 2



Фиг. 3

3/3



Фиг. 4