

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT

№ 36278

ӨНЕРТАБЫСҚА / НА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION



(21) 2022/0238.1

(22) 18.04.2022

(45) 23.06.2023

- (54) Карьерлік технологиялық жолдардағы ақаулардың түрі мен сипаттамаларын анықтау тәсілі
Способ определения вида и характеристик дефектов карьерных технологических дорог
Method of determining type and characteristics of defects of quarry technological roads
- (73) «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (KZ)
Некоммерческое акционерное общество «Каззахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева» (KZ)
«K.I. Satbayev Kazakh National Technical Research University» Non-profit joint stock company (KZ)
- (72) Шакенов Аман Тулегенович (KZ) Shakenov Aman Tulegenovich (KZ)
Крупник Леонид Андреевич (KZ) Krupnik Leonid Andreyevich (KZ)
Кольга Анатолий Дмитриевич (RU) Kolga Anatoliy Dmitriyevich (RU)
Сладковский Александр Валентинович (PL) Sladkovskiy Alexandr Valentinovich (PL)
Столповских Иван Никитович (KZ) Stolpovskikh Ivan Nikitovich (KZ)



ЭЦҚ қол қойылды
Подписано ЭЦП
Signed with EDS

Е. Оспанов
Е. Оспанов
Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМҚ директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of RSE «National institute of intellectual property»



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2022/0238.1

(22) 18.04.2022

(45) 23.06.2023, бюл. №25

(72) Шакенов Аман Тулегенович (KZ); Крупник Леонид Андреевич (KZ); Кольга Анатолий Дмитриевич (RU); Сладковский Александр Валентинович (PL); Столповских Иван Никитович (KZ)

(73) Некоммерческое акционерное общество «Каззахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева» (KZ)

(56) RU 2519002 C2 20.03.2012

RU 2373325 C1 20.11.2009

US 6044698 A 04.04.2000

RU 2397286 C1 20.08.2010

RU 2373324 C1 20.11.2009

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДА И ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФЕКТОВ КАРЬЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОРОГ

(57) Изобретение относится к области горного дела, в частности к эксплуатации карьерных дорог к измерительной технике, используемой при эксплуатации карьерных дорог для определения видов и характеристик возникающих дефектов карьерных дорог, и может быть использовано для мониторинга качества дорог в процессе эксплуатации увеличения срока службы металлоконструкций автосамосвалов и прогнозирования ресурса покрытий карьерных дорог.

Установление вида и характеристик дефектов карьерных технологических дорог, достигается упрощением процесса установления вида и характеристик дефектов карьерной дороги путем непрерывной регистрации численных значений нагруженности металлоконструкций автосамосвалов

(кПа) при их движении от дефектов карьерных дорог, посредством датчиков давления, установленных на неподрессоренной части автосамосвала. На этапе паспортизации дороги, перед вводом в эксплуатацию, создают эталонную базу параметров дефектов дорожного покрытия, для чего осуществляют непрерывную запись численных значений нагруженности металлоконструкций автосамосвалов от дефектов и неровностей карьерных дорог с привязкой по месту измерения спутниковой системой позиционирования. Данные значений измерений нагруженности металлоконструкций автосамосвалов от дефектов дорожного покрытия записывают на жесткий диск бортового компьютера. В процессе эксплуатации дороги осуществляют диагностику состояния дорожного покрытия, по величине нарастающей разности значений нагруженности металлоконструкций эталонной и текущей записей измерений принимают решение о продолжении эксплуатации дороги, или о ремонте карьерных дорог, или ограничении скорости движения на проблемных участках дороги.

Техническим результатом предлагаемого способа - является повышение долговечности металлоконструкций автосамосвалов за счет исключения пиковых нагрузок металлоконструкций автосамосвалов от дефектов карьерных технологических дорог, снижение эксплуатационных расходов на ремонт металлоконструкций автосамосвалов, повышение их энергоэффективности. Помимо этого, новыми функциями изобретения является возможность обоснованно рекомендовать сроки эксплуатации дорожного покрытия и рациональные скорости движения автосамосвалов по проблемным участкам карьерных технологических дорог.

Изобретение относится к области горного дела в частности к эксплуатации карьерных дорог к измерительной технике, используемой при эксплуатации карьерных дорог для определения видов и характеристик возникающих дефектов карьерных дорог, и может быть использовано для мониторинга качества дорог в процессе эксплуатации увеличения срока службы металлоконструкций автосамосвалов и прогнозирования ресурса покрытий карьерных дорог.

Оборудование и программное обеспечение для приема и обработки цифровых сигналов бортовой измерительной системы автосамосвала включают, структуру интеллектуального анализа цифровых данных с использованием нейронных моделей искусственного интеллекта, которые позволяют распознавать вид и устанавливать характеристики обнаруживаемых дефектов при мониторинге карьерных дорог. Важнейшей частью при этом является предварительное обучение системы по выделению и сортировке неструктурированных данных измерения с последующим их разделением по конкретным видам дефектов карьерных дорог.

Процесс обучения программного обеспечения бортовой системы автосамосвалов, оборудованных системой по распознаванию видов дефектов карьерных дорог, применительно к конкретным типам автосамосвалов и горнотехническим условиям разрезов и карьеров осуществляется путем интеллектуального анализа регистрируемых бортовыми системами мониторинга данных нагруженности металлоконструкций автосамосвалов с использованием нейронных моделей искусственного интеллекта. До начала процесса мониторинга состояния карьерных дорог в реальном режиме времени проводят экспериментальные исследования по обучению программного обеспечения системы по распознаванию видов дефектов карьерных дорог. Для этого используют участки существующих карьерных дорог с наличием возможных дефектов или искусственно созданных на карьерной дороге и проводят экспериментальные исследования по этим участкам с записью значений изменения нагруженности металлоконструкций движущегося карьерного автосамосвала от наличия дефектов карьерной дороги. Экспериментальные данные служат основой для обработки данных и обучения программы бортовой системы мониторинга по распознаванию видов дефектов карьерных дорог, а также аналитического установления скрытых зависимостей нагруженности металлоконструкций движущегося карьерного автосамосвала от изменения параметров возможных видов дефектов карьерных дорог для прогнозирования их ресурса и установления рациональных значений скорости движения автосамосвалов на участках с дефектами дороги.

Бортовая вычислительная система мониторинга показателей автосамосвала ВИМС, входящая в стандартную комплектацию автосамосвалов например Caterpillar или устанавливаемая по заказу

содержит: электронные датчики давления; интеллектуальную систему мониторинга по поиску, регистрации и обработки данных контроля и анализа состояния карьерных дорог; индикаторы управления полезной нагрузкой автосамосвала; устройства замедления скорости движения автосамосвала; приемник спутниковых сигналов, модем и контроллер GPS/ГЛОНАСС.

Сущность данного способа состоит в том, что до начала процесса мониторинга состояния карьерных дорог в реальном режиме времени проводят экспериментальные исследования по обучению программного обеспечения системы ВИМС по распознаванию видов дефектов карьерных дорог. По результатам экспериментальных исследований устанавливают аналитические зависимости нагруженности металлоконструкций движущегося карьерного автосамосвала от изменения параметров возможных видов дефектов карьерных дорог для прогнозирования их ресурса и установления рациональных значений скорости движения на участках с дефектами дороги. Например, аналитическая зависимость нагруженности металлоконструкций движущегося карьерного автосамосвала (Н) от изменения неровностей карьерной дороги при 100% загрузке кузова автосамосвала имеет следующий вид

$$H = k * h^b, \text{ кПа,}$$

где $k = 4748,4$ — коэффициент регрессии;

h — высота неровностей карьерной дороги, мм;

$b = 0,31$ — коэффициент регрессии.

Аналогично составляют аналитические зависимости для других возможных дефектов карьерной дороги, в частности: выбоин; ям; морозного пучения; образования колеи; продольных волн; обводненности; просадок и др.

После обустройства карьерной дороги в соответствии с требованиями [ГОСТ 33388-2015. Межгосударственный стандарт Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации, СНИП 2.05.07-91 Промышленный транспорт], осуществляют ее паспортизацию, проводят измерение микропрофиля дорожного покрытия с использованием геодезических инструментов. Ровность дороги, определяют действующими государственными стандартами [ПР РК 218-19-2017 Инструкция по диагностике и оценке транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог (с изменениями и дополнениями по состоянию на 25.12.2020)].

Известны способы [RU № 2552272 Бюл. 16, опуб. 10.06.2015, МПК E01C 23/07 G01 N 22/00 G01S 13/00,

RU № 2521682 Бюл. 6, опуб. 10.07.2014 МПК E01 G 23/07,

RU № 2397286, Бюл. № 23, опуб. 20.08.2010 МПК E01 G 23/07], измерения геометрических параметров профиля дороги, включающие подачу на поверхность дорожного покрытия световых, лазерных излучений, ультразвуковых сигналов, прием отраженных сигналов и их преобразование в аналоговые сигналы, передачу преобразованных

сигналов и определение по заданным программам геометрических параметров профиля и шероховатости дорожного покрытия.

Недостатками указанных способов являются большая сложность аппаратно-программного обеспечения, дороговизна измерений, зависимость измерений от времени суток, освещенности, погодных условий, недостаточная надежность излучающих устройств.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому техническому решению является способ [Патент RU №2519002, опубликовано 10.06.2014, Бюл. 16, МПК E01C 23/07], принятый в качестве прототипа способа.

Данный способ заключается в том, что диагностика ровности поверхности дорожного полотна осуществляется посредством анализа и сравнения амплитуд вибровоздействий от неровностей дорожного покрытия при движении автомобиля, в котором непрерывно измеряют вибрации при движении посредством вибродатчиков, установленных на неподрессоренной части автомобиля по осям четырех колес. Этот способ предполагает наличие человеческого фактора в процессе анализа и сравнения значений амплитуд вибровоздействий от неровностей дорожного покрытия, что приводит к снижению достоверности и точности измерений.

Недостатками данного способа являются:

- «сглаживание» неровностей с малыми длинами волн, соизмеримыми с размерами колеса автомобиля, что приводит к снижению точности определений вибродействий;

- необходимость ограничения скорости движения автомобиля из-за больших амплитуд неровностей;

- отсутствие возможности выявления основных видов дефектов карьерных дорог (выбоины, ямы, морозное пучение, образование колеи, обводненность, волны и др.), оказывающих отрицательное влияние на степень нагруженности металлоконструкций автосамосвала;

- нет возможности установления взаимосвязи между нагруженностью металлоконструкций автосамосвалов и параметрами различных видов дефектов карьерных дорог, что не позволяет объективно оценивать текущее эксплуатационно-техническое состояние возникающего дефекта дороги, прогнозировать безопасные сроки эксплуатации и формулировать рекомендации о ремонтах карьерной дороги и скоростях движения автосамосвалов;

- способ не обеспечивает выявление недопустимых предельных значений нагруженностей металлоконструкций в период движения связанных с загруженностью кузова скоростью движения автосамосвала и характеристиками дефектов карьерной дороги.

Технической задачей предлагаемого изобретения является установление вида и характеристик дефектов карьерных технологических дорог.

Техническим результатом является создание способа определения вида и характеристик дефектов карьерных технологических дорог, который

позволяет упростить процесс измерения, повысить долговечность металлоконструкций автосамосвалов за счет исключения пиковых нагрузок металлоконструкций автосамосвалов от дефектов карьерных технологических дорог, превышающих допустимые значения, снизить эксплуатационные расходы на ремонт металлоконструкций автосамосвалов, повысить их энергоэффективность. Помимо этого, новыми функциями изобретения является возможность обоснованно рекомендовать сроки эксплуатации дорожного покрытия и рациональные скорости движения автосамосвалов по проблемным участкам карьерных технологических дорог.

Технический результат достигается упрощением процесса установления вида и характеристик дефектов карьерной дороги путем непрерывной регистрации численных значений нагруженности металлоконструкций автосамосвалов (кПа) при их движении от дефектов карьерных дорог, посредством датчиков давления, установленных на неподрессоренной части автосамосвала. На этапе паспортизации дороги, перед вводом в эксплуатацию, создают эталонную базу параметров дефектов дорожного покрытия, для чего осуществляют непрерывную запись численных значений нагруженности металлоконструкций автосамосвалов от дефектов и неровностей карьерных дорог с привязкой по месту измерения спутниковой системой позиционирования. Данные значений измерений нагруженности металлоконструкций автосамосвалов от дефектов дорожного покрытия записывают на жесткий диск бортового компьютера. В процессе эксплуатации дороги осуществляют диагностику состояния дорожного покрытия, записывая значения нагруженности металлоконструкций автосамосвала, данные значений измерений нагруженности металлоконструкций автосамосвала текущей записи сравнивают с предшествующими значениями измерений нагруженности металлоконструкций. По величине нарастающей разности значений нагруженности металлоконструкций эталонной и текущей записей измерений принимают решение о продолжении эксплуатации дороги, или о ремонте карьерных дорог, или ограничении скорости движения на проблемных участках дороги.

Способ поясняется фигурами:

На фиг.1 представлена структурная схема этапов работ; на фиг.2- принципиальная схема процессов измерения.

В схемах приняты следующие обозначения:

1 — Бортовое устройство сбора данных; 2 — Бортовой компьютер; 3 - Переносной компьютер; 4, 5 Датчики давления задней подвески автосамосвала; 6 — Пульт управления; 7, 8 — Датчики давления передней подвески автосамосвала; 9 — Устройство регулирования скорости движения автосамосвала; 10 — Система позиционирования автосамосвала; — Задние колеса автосамосвала; 12 — Передние колеса автосамосвала,

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом. До начала процесса мониторинга

состояния карьерной дороги проводят экспериментальные исследования по обучению программного обеспечения бортовой системы сбора данных типа ВИМС по распознаванию видов и параметров дефектов карьерной дороги. По результатам экспериментальных исследований устанавливают аналитические зависимости нагруженности металлоконструкций движущегося карьерного автосамосвала от изменения параметров возможных видов дефектов карьерных дорог для прогнозирования их ресурса и установления рациональных значений скорости движения на участках с дефектами карьерной дороги. Затем создают эталонную базу параметров дефектов карьерной дороги перед вводом ее в эксплуатацию, для этого бортовой вычислительный мобильный комплекс автосамосвала посредством совместной работы со спутниковой системой позиционирования устанавливают в исходное положение с известными координатами, используемыми при подготовке проекта дороги в качестве реперной. Выполняют паспортизацию карьерной дороги путем регистрации нагруженности металлоконструкций движущегося карьерного автосамосвала от дефектов карьерной дороги при разной загруженности кузова автосамосвала и скорости его движения при этом состояние возможного дефекта дорожного покрытия оценивается степенью отклонения нагруженности металлоконструкций движущегося карьерного автосамосвала от номинального до максимального предельно допустимого значения, рекомендованного заводом изготовителем.

Критерием оценки состояния обнаруженного вида и параметров дефекта карьерной дороги в предлагаемом изобретении являются максимально допустимые значения нагруженности металлоконструкций автосамосвалов от датчиков давления, установленных на неподдрессированной части автосамосвала в местах крепления амортизаторов. Датчик давления выступает как регистратор изменений нагруженности металлоконструкций (кПа) движущегося карьерного автосамосвала от наличия дефектов карьерной дороги.

Данные измерений передают в вычислительный комплекс и записывают на жесткий диск бортового компьютера вместе с данными о скорости движения автосамосвала, загрузке кузова и координатах спутниковой системы позиционирования. При обработке параметров измерений анализ информации может быть проведен по отдельным датчикам давления, а для обобщенного анализа данные датчиков давления усредняют. Данные датчиков давления считывают и сохраняют в базе данных вычислительного комплекса для построения характеристик нагруженности металлоконструкций от дефектов дороги. При обработке информации используют известные методы цифровой обработки сигналов при испытаниях и интеллектуальную аналитику больших объемов данных.

Выводы о текущем состоянии обнаруженных дефектов карьерной дороги производят исходя из доказанных представлений о зависимостях между

нагруженностью металлоконструкций движущегося автосамосвала и параметрами дефектов карьерной дороги, регистрируемыми мобильным измерительным комплексом, проводят путем сравнения текущей и эталонной записей нагруженности металлоконструкций движущегося карьерного автосамосвала от изменения параметров возможных видов дефектов карьерных дорог на одноименных точках трассы карьерной дороги.

Таким образом, на основании предлагаемого способа отслеживают изменения нагруженности металлоконструкций движущегося автосамосвала от воздействия дефектов карьерной дороги при движении автосамосвала, косвенно характеризующих показатели состояния дефектов карьерной дороги. Решение о продолжении эксплуатации карьерной дороги может быть принято, если разность значений нагруженности металлоконструкций движущегося автосамосвала текущей и эталонной записей по исследуемому участку не выходит за пределы допустимых значений. Как только значение нагруженности металлоконструкций движущегося автосамосвала от воздействия дефектов карьерной дороги выходит за пределы допустимых значений, принимается решение о проведении ремонтных работ участка карьерной дороги или выдаются рекомендации о снижении скоростного режима. Так как значения эталонной и текущей записей нагруженности металлоконструкций движущегося автосамосвала от воздействия дефектов дороги привязаны к координатам дороги, то может быть дополнительно проведен инструментальный осмотр проблемного участка для прогнозирования и уточнения объема ремонтных работ. Сравнивая сохраненные показания нагруженности металлоконструкций движущегося автосамосвала с текущими, оценивают эксплуатационное состояние дефекта автомобильной карьерной дороги и составляют прогнозный его ресурс.

Для реализации заявляемого способа используют следующий приборный состав (фиг.2). Caterpillar ВИМС (1) — Бортовая интеллектуальная система мониторинга, входящая в стандартную комплектацию автосамосвала, позволяет контролировать (бортовой- (2) и переносной компьютер — (3)) изменение нагруженности автосамосвала в реальном режиме времени в зависимости от воздействия дефектов карьерной дороги, степени загрузки кузова горной массой и скорости движения автосамосвала. Основной модуль ВИМС регистрирует и сохраняет данные от датчиков давления (задней подвески (4,5) и передней подвески- (7,8)) и делает их доступными для водителей автосамосвалов, операторов производственных отделов и ремонтных дорожных служб. Эти данные можно отправлять на дисплей компьютера в кабине автосамосвала, загружать на ПК или передавать по беспроводной сети на главный компьютер для анализа и принятия производственных решений. Для управления накопленными данными используют понятие интеллектуального анализа данных — это процесс

поиска и обнаружения в накопленных данных скрытых (неявных) зависимостей нагруженности автосамосвалов в реальном режиме времени в зависимости от воздействия дефектов карьерной дороги для установления вида и характеристик дефектов карьерной дороги.

Связь с компьютером вычислительного комплекса осуществляется с помощью пульта управления (6). Устройство регулирования скорости движения автосамосвала (9) обеспечивает поддержание заданной скорости движения автосамосвала на проблемных участках карьерной дороги.

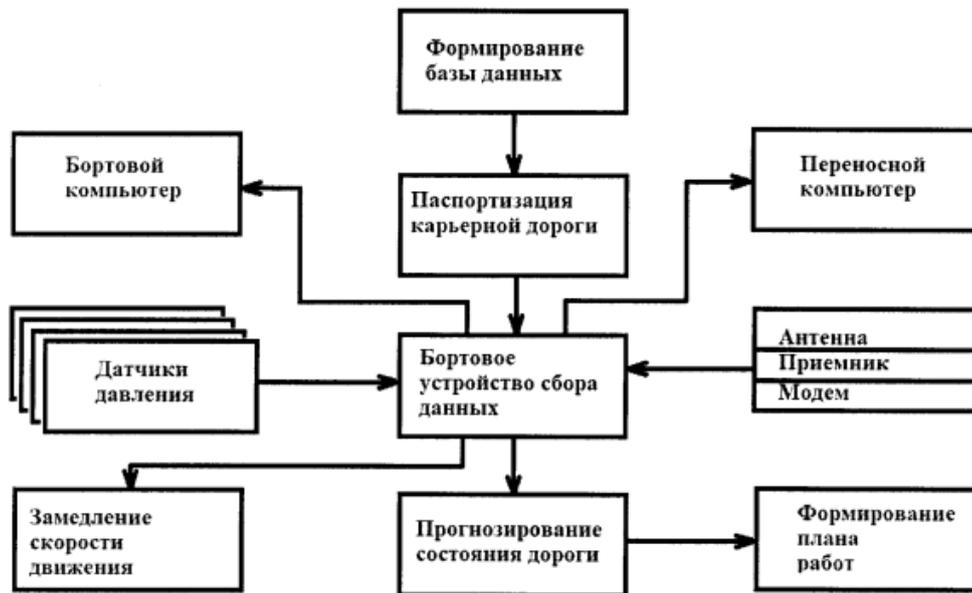
На дисплее бортового компьютера водитель автосамосвала получает информационные и инструктивные сообщения о состоянии возникающих дефектов карьерной дороги, следующего содержания: первое о возникновении вида дефекта карьерной дороги, рекомендуемое о принятии к сведению без корректирующих воздействий; второе — предупреждение в виде сигнальной лампы с рекомендацией о снижении скорости движения на указанном пикете карьерной дороги; третье - оповещение сигнальной лампой и звуковым сигналом о том, что дальнейшее движение может привести к аварийным последствиям.

Оборудование для приема и обработки спутниковых сигналов системы позиционирования (10) содержит антенну, приемник спутниковых сигналов, модем и контроллер GPS/ГЛОНАСС. Связь между референсной станцией и приемником спутниковой системы позиционирования осуществляется по радиоканалу посредством модемов. Задние (11), передние (12) колеса и редуктор (13) представляют собой стандартное оборудование автосамосвала. Совокупность используемых программно-аппаратных средств показывает, что предлагаемый способ осуществим в промышленных условиях и, следовательно, является промышленно применимым.

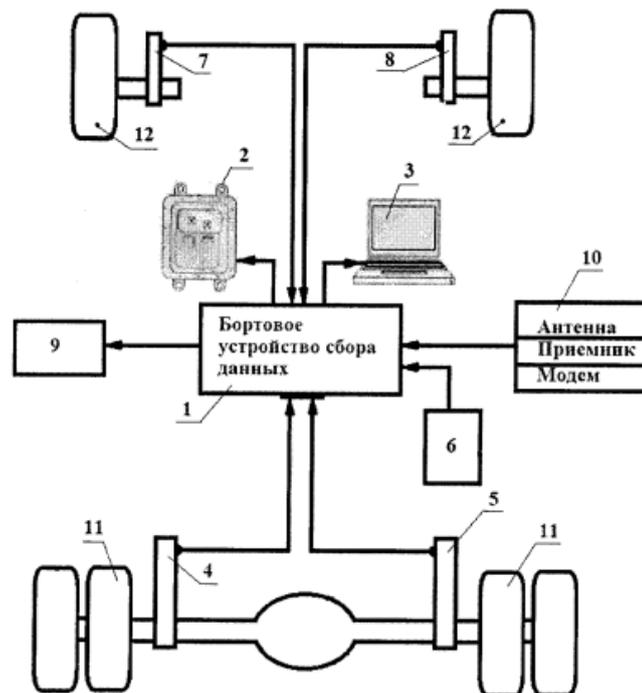
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ определения вида и характеристик дефектов карьерных технологических дорог

посредством установки датчиков давления на неподдрессоренной части автосамосвала, фиксирующих нагруженное состояние металлоконструкций движущегося карьерного автосамосвала от дефектов карьерной дороги, посредством датчиков давления, *отличающийся* тем, что регистрируют изменения нагруженности металлоконструкций автосамосвала от воздействия видов и характеристик дефектов карьерных дорог при его движении на основе разработанных зависимостей значений изменения нагруженности в металлоконструкциях движущегося карьерного автосамосвала от параметров возможных дефектов карьерных дорог, в бортовых программных средствах мониторинга карьерных дорог создают электронные модели интеллектуальной аналитики данных с использованием нейронных сетей, которые позволяют автоматически в реальном режиме времени распознают виды возможных дефектов карьерных дорог, устанавливают их параметры, определяют объемы ремонтных работ и прогнозируют ресурс безопасной работы, на этапе паспортизации дороги, перед вводом ее в эксплуатацию, создают эталонную базу параметров дефектов карьерной дороги, для чего осуществляют непрерывную запись значений нагруженности металлоконструкций автосамосвала от дефектов карьерной дороги с привязкой карьерной дороги по месту измерений спутниковой системой позиционирования, данные измерений текущей записи нагруженности в металлоконструкциях сравнивают с соответствующими элементами измерений, имеющимися в эталонной или в предыдущей базе параметров дефектов карьерной дороги, на одноименных точках трассы, по нарастающей величине разности значений напряженности в металлоконструкциях предыдущих и текущих записей измерения принимают решение о продолжении эксплуатации дороги, или о ремонте дорожного покрытия, или ограничении скорости движения на проблемных участках карьерной дороги.



Фиг. 1



Фиг. 2

Патентті күшінде ұстау ақысы уақытылы төленген жағдайда патенттің күші
Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында қолданылады.

Патентке өнертабыстың толық сипаттамасы www.kazpatent.kz ресми сайтында
«Қазақстан Республикасының өнертабыстарының мемлекеттік тізілімі» бөлімінде қолжетімді.

* * *

Действие патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан
при условии своевременной оплаты поддержания патента в силе.

Полное описание изобретения к патенту доступно на официальном сайте www.kazpatent.kz
в разделе «Государственный реестр изобретений Республики Казахстан».

* * *

Subject to timely payment for the maintenance of the patent in force
the patent shall be effective on the entire territory of the Republic of Kazakhstan.

Full description of the patent for invention are available on the official website www.kazpatent.kz
in the section «State Register of Inventions of the Republic of Kazakhstan».



Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің
«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК
Астана қаласы, Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А

РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Министерства юстиции Республики Казахстан
Город Астана, проспект Мангилик Ел, здание 57А

«National Institute of Intellectual Property» RSE,
Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan
Astana, 57A Mangilik El Avenue

Тел./Tel.: +7 (7172) 62-15-15
E-mail: kazpatent@kazpatent.kz
Website: www.kazpatent.kz