



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G01M 17/02 (2022.08); E01C 23/07 (2022.08); G01M 7/06 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2021134121, 23.11.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.11.2021Дата регистрации:
29.11.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.11.2021

(45) Опубликовано: 29.11.2022 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

344064, г. Ростов-на-Дону, ул. 2-й Пятилетки,
3/1, кв. 6, Лобова Екатерина Викторовна

(72) Автор(ы):

Мирончук Сергей Александрович (RU),
Конорев Александр Сергеевич (RU),
Думенко Виктор Александрович (RU),
Кошель Евгений Валерьевич (RU),
Молчанов Александр Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "РОССИЙСКИЙ
ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2710901 C1, 14.01.2020. RU 96657
U1, 10.08.2010. RU 2706387 C1, 18.11.2019. RU
2211277 C1, 27.08.2003. CN 206656709 U,
21.11.2017.

(54) СПОСОБ УСКОРЕННОГО ИСПЫТАНИЯ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

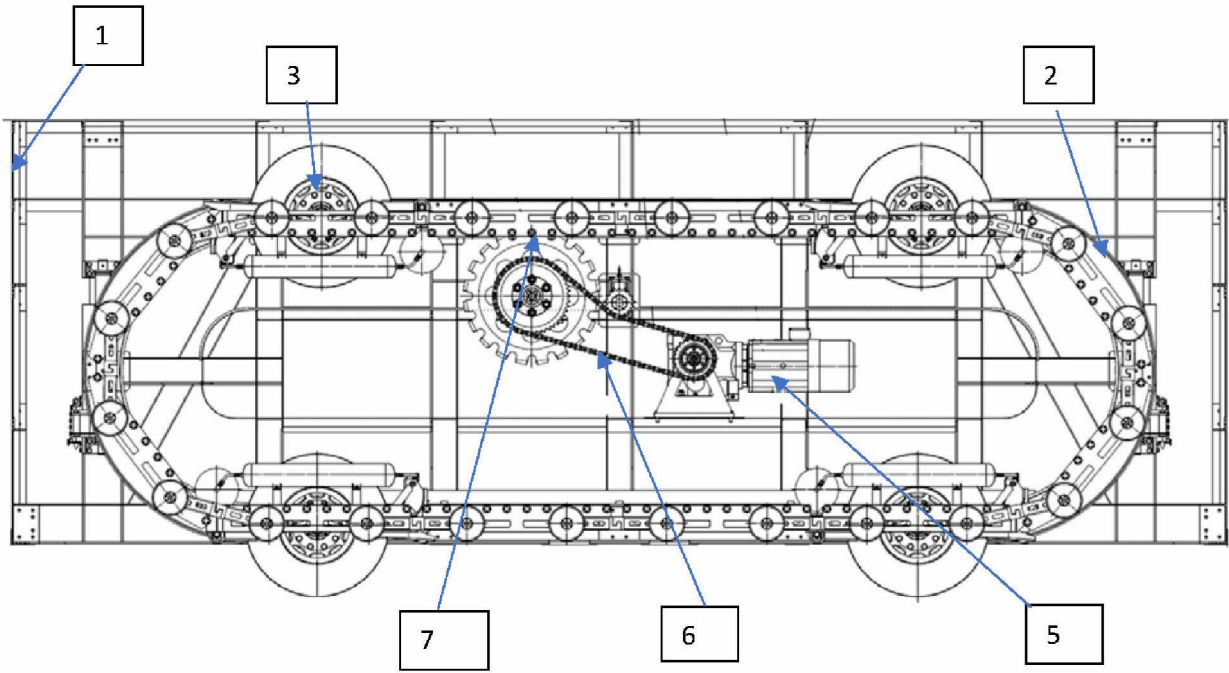
(57) Реферат:

Изобретение относится к области испытаний автомобильных дорог, а именно к методам и средствам для испытаний дорожных одежд и/или элементов дорожных конструкций. Способ осуществляется путем совместного анализа систем измерения состояния поверхности покрытия при помощи измерительных устройств, расположенных на испытательной установке, и измерительных датчиков внутри конструктивных слоев дорожной одежды, смонтированных при ее строительстве при совокупном влиянии техногенных (транспортная нагрузка) и

природных факторов (температура слоев дорожной конструкции и влажность грунта земляного полотна). Технический результат заключается в снижении сроков проведения испытания, как следствие, снижении материальных затрат на проведение ускоренного испытания дорожной конструкции, а также в увеличении количества измеряемых параметров поверхности испытываемого участка и, как следствие, повышении точности проводимых исследований и качества испытаний. 6 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2 784 647 C1

RU 2 784 647 C1



Фиг. 1

RU 2784647 C1

RU 2784647 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01M 17/02 (2006.01)
E01C 23/07 (2006.01)
G01M 7/06 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01M 17/02 (2022.08); E01C 23/07 (2022.08); G01M 7/06 (2022.08)

(21)(22) Application: **2021134121, 23.11.2021**

(24) Effective date for property rights:
23.11.2021

Registration date:
29.11.2022

Priority:
(22) Date of filing: **23.11.2021**

(45) Date of publication: **29.11.2022 Bull. № 34**

Mail address:
**344064, g. Rostov-na-Donu, ul. 2-j Pyatiletki, 3/1,
kv. 6, Lobova Ekaterina Viktorovna**

(72) Inventor(s):
**Mironchuk Sergei Aleksandrovich (RU),
Konorev Aleksandr Sergeevich (RU),
Dumenko Viktor Aleksandrovich (RU),
Koshel Evgenii Valerevich (RU),
Molchanov Aleksandr Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):
**FEDERALNOE AVTONOMNOE
UChREZhDENIE "ROSSIISKII DOROZhNYI
NAUChNO-ISSLEDOVATELSKII INSTITUT"
(RU)**

(54) **METHOD FOR ACCELERATED TESTING OF ROAD CONSTRUCTIONS**

(57) Abstract:

FIELD: highway testing, testing of road pavement and/or road construction elements.

SUBSTANCE: method is carried out by joint analysis of systems for measuring the state of the coating surface using measuring devices located on the test facility and measuring sensors inside the structural layers of the pavement mounted during its construction under the combined influence of man-made (transport load) and natural factors (temperature of the layers of

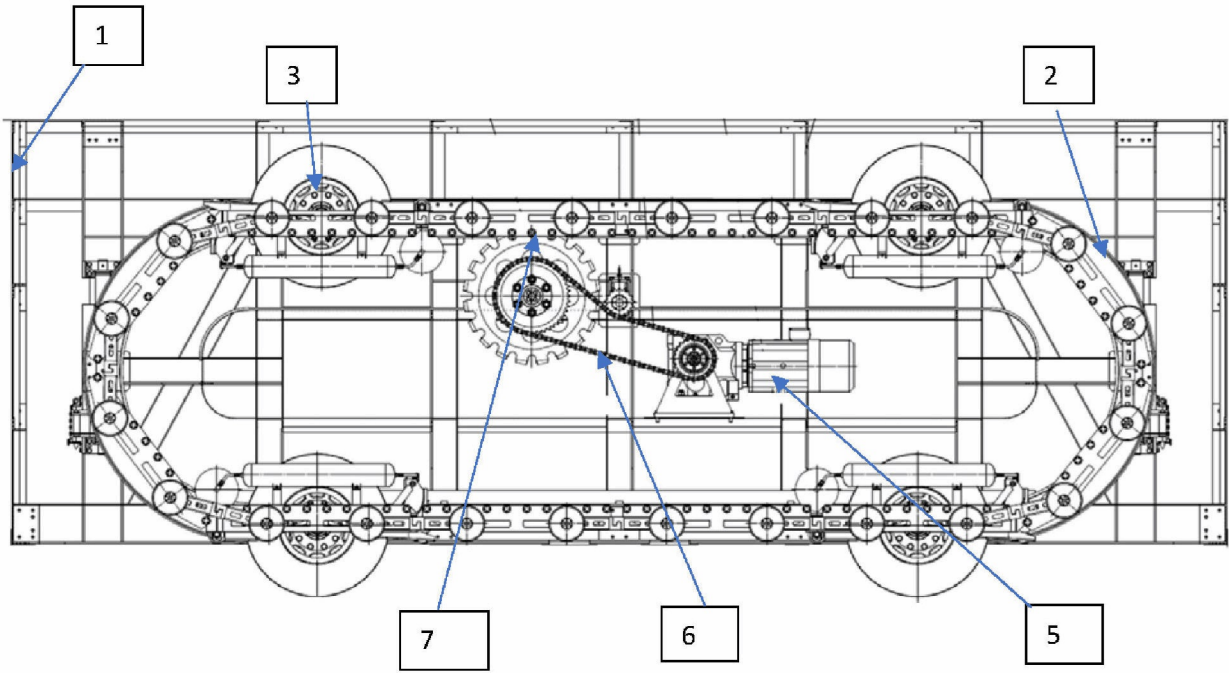
the road structure and moisture content of the soil of the subgrade).

EFFECT: reduction of testing time, as a result, reduction of material costs for accelerated testing of road structure, increase in the number of measured surface parameters of the test area and as a result increasing the accuracy of studies and the quality of tests.

7 cl, 2 dwg

RU 2 784 647 C1

RU 2 784 647 C1



Фиг. 1

RU 2784647 C1

RU 2784647 C1

Изобретение относится к области испытаний автомобильных дорог, а именно к методам и средствам для испытаний дорожных одежд и/или элементов дорожных конструкций.

5 Способ позволяет оценить работоспособность дорожной конструкции или отдельных ее слоев в условиях максимально приближенных к реальным путем циклического приложения расчетной нагрузки на дорожную конструкцию и комплексной автоматизации дискретно-непрерывного измерения величины приложенной нагрузки, количества циклов нагружения, температуры и колеяности дорожной конструкции в ходе испытаний, а также фото- и видеофиксации динамики изменения поверхности
10 испытательного участка, хранения, обработки и формирования массива цифровых данных.

Область применения способа - ускоренное полномасштабное испытание новых материалов, конструкций дорожной одежды и технологий строительства путем приложения линейных подвижных нагрузок заданной частоты и величины нагружения,
15 имитирующих реальные нагрузки на заданном ресурсе эксплуатации дорожных одежд, к испытываемому участку в виде части реальной дорожной одежды в специально возведенной дорожной конструкцией внутри испытательной секции. При реализации способа может быть использован Симулятор колесной нагрузки СКН «ЦИКЛОС», разработанный в ФАУ «РОСДОРНИИ» в рамках Национального проекта «Безопасные
20 и качественные автомобильные дороги» для осуществления внедрения и развития ускоренных методов испытаний в России в целях повышения долговечности автомобильных дорог.

Общепринятый в мировой практике в настоящее время термин «ускоренные испытания дорожных одежд» (АРТ - Accelerated Pavement Testing) - это контролируемое
25 применение нагрузки от прототипа колеса, с расчетной нагрузкой, на прототип или фактическую многослойную дорожную конструкцию с целью определения условий работы и отклика изучаемой дорожной конструкции под воздействием управляемого ускоренного накопления разрушений в сжатый период времени.

Ускоренные испытания циклического типа к настоящему времени получили в мире
30 широкое распространение и доказали свою эффективность при решении научно-исследовательских задач в различных областях дорожно-строительной отрасли.

В настоящее время в РФ направление по разработке и созданию испытательных полигонов дорожных конструкций с применением установок циклического нагружения существенно уступает зарубежному как в плане разнообразия, так и по своей
35 технологичности. Тем не менее, в богатой истории отечественной дорожной отрасли имеется опыт создания подобных объектов. В Советском Союзе активно использовались кольцевые стенды для испытания дорожных одежд, главным образом, в СоюздорНИИ (г. Балашиха), СибАДИ (г. Омск) и ГосдорНИИ (г. Киев).

Известен способ определения характера износа испытываемого материала и
40 автомобильного колеса с учетом массы транспортного средства, а также характеристик динамики движения и торможения по стенду [Патент RU № 184296, МПК G01M 17/013, опубл. 22.10.2018], содержащему раму с электродвигателями испытываемого материала и автомобильного колеса, которые в совокупности функционально образуют динамическую систему, дополнительно стенд содержит вал для закрепления на нем
45 испытываемого материала, выполненного в виде цилиндра с центральным отверстием, который посредством муфты соединен с электродвигателем и имеет тормоз, при этом испытываемый материал взаимодействует с колесом автомобиля, которое закреплено на испытательном стенде посредством регулируемой планки, на которой закреплен вал

автомобильного колеса, который соединен с электродвигателем автомобильного колеса и имеет тормоз вала автомобильного колеса.

5 Главным недостатком данного способа является отдаленность от реальных условий эксплуатации автомобильной дороги, что не позволяет достоверно и качественно провести испытания. Также существенным является испытание только материалов покрытий автомобильных дорог, что не позволяет оценить долговечность всей дорожной конструкции.

10 Известен испытательный комплекс для исследования физико-механических характеристик дорожных покрытий [Патент RU № 96657, МПК G01M 7/00, опубл. 10.08.2010], содержащий испытательную площадку с исследуемым дорожным покрытием; непосредственно испытательный стенд, кинематически связанные с движителем, который в совокупности функционально образуют динамическую систему.

15 Комплекс располагается на двух испытательных площадках диаметром 40 м каждая. На площадке № 1 смонтирован стенд для моделирования процессов, происходящих в контакте шины легкового автомобиля с дорожной одеждой, на площадке № 2 - шины грузового автомобиля с дорожной одеждой. Конструкция легкового стенда, следующая: в центре площадки № 1 расположена поворотная опора, на которой установлены четыре трубчатые динамические лопасти длиной 10-16 м. На другом конце каждой динамической лопасти закреплена тележка стенда, представляющая элементы передней 20 подвески и привода колеса легкового автомобиля. Нагрузка на тележку стенда составляет около 600 кг и может изменяться. Технические возможности стенда позволяют моделировать различные режимы воздействия легкового автомобильного транспорта на дорожное покрытие при скорости движения до 140 км/ч.

Таким образом, стенд позволяет проводить следующие виды испытаний:

- 25 - определение уровня шума при движении колес по покрытиям из различных материалов;
- определение износостойкости нескольких образцов конструкций дорожной одежды и автомобильных шин в одних и тех же условиях;
- определение влияния антигололедных химических реагентов на долговечность 30 материалов покрытия и изменение коэффициентов сцепления;
- определение влияния воздействия шипов автомобильных шин на материалы дорожного покрытия и их устойчивость к износу и образованию колеи;
- испытание материалов дорожной разметки на долговечность;
- определение влияния на коэффициент сцепления степени износа протектора 35 пневматической шины и т.д.

Основным недостатком являются большие габариты испытательного стенда, высокая себестоимость испытаний, направленность на изучение свойств только покрытий дорожных одежд. Кроме этого, уличное расположение по факту не позволяет контролировать условия проведения испытаний (температура, влажность), что 40 увеличивает погрешность при сравнении результатов серии испытаний в различных сезонах года.

Известен способ автоматического дистанционного мониторинга накопления остаточных деформаций и колебаний тепло-влажностного режима элементов дорожных конструкций в реальных условиях эксплуатации [Патент RU № 2710901, МПК G01M 45 17/00, опубл. 14.01.2019]. Способ обеспечивает возможность оценки состояния конструктивных элементов дорожной одежды по критерию накопления остаточных деформаций на стадии эксплуатации методом неразрушающего контроля.

Способ включает установку измерительных устройств и проведение регистрации

остаточных деформаций, необратимых перемещений, температуры и влажности, последующую их обработку и совместный анализ, при этом обработка данных производится с использованием программного комплекса. Для этого в дорожную конструкцию на стадии строительства устанавливают два или более измерительных зонда, а также два или более датчика влажности в область полосы наката - 1 м от кромки полосы движения, которые периодически измеряют и передают данные в автоматическом режиме, а последующая оценка состояния элементов дорожной конструкции осуществляется путем совместного анализа влияния техногенных, например транспортная нагрузка и природных факторов, например температура слоев дорожной конструкции и влажность грунта земляного полотна на величину деформации каждого слоя дорожной конструкции.

Главным недостатком способа является длительность получения результатов в реальных условиях эксплуатации, динамика изменения состояния слоев дорожной одежды соизмерима с межремонтными сроками автомобильной дороги или по достижению проектного количества приложений нагрузки. Помимо этого, недостатками является возможность осуществления монтажа измерительного оборудования только в процессе строительства или реконструкции автомобильной дороги, что сужает перечень возможных мест реализации данного метода. Особенность передачи данных по каналу GSM определяет возможность установки только в зонах покрытия сотовых сетей. Использование измерительного оборудования, описанного в способе, не обеспечивает получение данных о вертикальных и горизонтальных напряжениях в слоях дорожной одежды, а также о числе приложенных расчетных нагрузок к расчетной точке конструкции.

Задачей изобретения является разработка способа ускоренного испытания дорожных конструкций в Российской Федерации, позволяющего за короткий срок оценить работоспособность автомобильной дороги, а также обеспечивающего увеличение объема научной информации, получаемой о динамике изменений состояния слоев дорожной конструкции, а также проведение научно-исследовательских и прикладных работы по поиску наиболее экономичных и долговечных дорожных одежд.

Оценка состояния конструктивных элементов дорожной конструкции осуществляется путем совместного анализа систем измерения состояния поверхности покрытия при помощи измерительных устройств, расположенных на испытательной установке и измерительных датчиков внутри конструктивных слоев дорожной одежды, смонтированных при ее строительстве при совокупном влиянии техногенных (например: транспортная нагрузка) и природных факторов (например: температура слоев дорожной конструкции и влажность грунта земляного полотна).

Технический результат заключается в снижении сроков проведения испытания, как следствие, снижении материальных затрат на проведение ускоренного испытания дорожной конструкции, а также в увеличении количества измеряемых параметров поверхности испытываемого участка, и как следствие, повышение точности проводимых исследований и качества испытаний.

Способ ускоренных испытаний дорожных конструкций обеспечивает:

- минимальные сроки получения результатов при внедрении новых технологий;
- исследование особенностей совокупной работы всех конструктивных слоев дорожной конструкции в различных условиях;
- возможность исследования причин преждевременного разрушения дорожных конструкций;
- эффективная оценка и валидация новых механико-эмпирических зависимостей;

- проверка эффективности новых материалов;
- возможность получения натуральных результатов при использовании новых методов расчёта дорожных конструкций.

Технический результат достигается за счет того, что способ ускоренного испытания дорожных конструкций заключается в том, что производят установку испытательного оборудования над исследуемой дорожной конструкцией, выполненной в виде испытательной секции. Затем задают параметры испытания: в зависимости от того, какое время будет имитироваться в процессе испытания, устанавливают значение температуры, влажности дорожной конструкции; величину колесной нагрузки, ее частоту и количество циклов. Далее производят запуск установки с устройствами, имитирующими колесную нагрузку (испытательные тележки) на дорожные конструкции.

Значения заданных параметров в процессе испытания регулируются автоматически.

В процессе всего ускоренного испытания поддерживают при помощи измерительных датчиков температуру и влажность дорожной конструкции путем ее нагрева и/или охлаждения и/или увлажнения в автоматическом режиме, обеспечивая реальные условия эксплуатации в различные периоды года. Также в процессе всего ускоренного испытания производят непрерывное измерение, контроль и хранение величины прикладываемой нагрузки, величин давления, напряжения и деформации внутри дорожной конструкции, а также изменение поперечного профиля поверхности дорожной конструкции (колейности), осуществляют непрерывную фото- и видеофиксацию изменения состояния поверхности дорожной конструкции в процессе испытания с автоматической записью и хранением информации. Причем первые 3000-5000 циклов нагрузку ограничивают до 30-40% от расчетной или нормативной, затем величина нагружения доводится до полного значения, и испытания продолжаются до достижения требуемого количества приложений нагрузок или до достижения критериев отказа. Критериями отказа в данном случае можно считать:

- достижение предельно-допустимых деформаций на поверхности покрытия;
- снижение дорожной конструкцией требуемого коэффициента прочности и невозможность выдерживать прикладываемые расчетные нагрузки.
- появление в исследуемом конструктивном слое дорожной одежде или грунте земляного полотна критических разрушений, которые приводят к невозможности дальнейшей эксплуатации.
- появление на поверхности покрытия сетки трещин или других крупных дефектов, не позволяющих продолжать испытание.

Необходимый нагрев дорожных конструкций обеспечивают посредством инфракрасных нагревательных элементов с терморегулятором и датчиком температуры. При достижении заданной температуры инфракрасные нагревательные элементы автоматически отключаются. Инфракрасные нагревательные элементы воздействуют тепловым инфракрасным излучением равномерно на всю поверхность испытываемого участка.

Охлаждение обеспечивают посредством комплексного воздействия охлажденного воздуха непосредственно возле поверхности испытательной секции дорожного покрытия и применения трубчатой системы, состоящей из полимерных трубок, соединенных между собой в маты. Маты укладываются на поверхность покрытия, охлаждение реализовано за счет циркуляции по трубкам хладагента.

Увлажнение осуществляют системой трубок с устройствами капельного орошения, смонтированных в несвязных слоях основания и/или грунта земляного полотна. Монтаж системы производят в процессе строительства дорожной одежды в испытательной

секции. Регулирование влажности производят за счет изменений давления воды в системе и/или дозировании расчетного количества воды для достижения необходимого процентного содержания влаги. Контроль влажности в процессе испытаний производят с помощью датчиков влажности.

5 Часть датчиков монтируют в дорожных конструкциях испытательных секций при их строительстве следующим образом:

датчики давления размещаются на поверхности земляного полотна или в слоях основания;

10 датчики напряжения размещаются на нижней границе верхнего слоя покрытия и/или на нижней границе нижнего слоя пакета асфальтобетонных слоев для измерения поперечных и продольных напряжений. В зависимости от исследовательских задач, расположение датчиков может варьироваться;

датчики влажности устанавливают попарно в середину каждого несвязного слоя основания и грунта рабочего слоя земляного полотна дорожной конструкции;

15 датчики температуры устанавливают в середину каждого конструктивного слоя и грунта рабочего слоя земляного полотна дорожной конструкции. В зависимости от исследовательских задач, расположение датчиков может варьироваться;

20 датчики остаточных деформаций (измерительные зонды) устанавливаются в дорожную конструкцию по мере ее устройства, таким образом, чтобы обеспечить измерение деформаций в каждом конструктивном слое.

Датчик температуры (пирометр) и лазерный 2-D сканер смонтированы на испытательную установку.

В процессе заявленного способа информация с датчиков считывается, фиксируется, сохраняется и далее анализируется. Все процессы производятся автоматически.

25 На Фиг. 1 представлен симулятор колесной нагрузки ЦИКЛОС вид сбоку.

На Фиг. 2 представлены испытательная (слева) и промежуточная (справа) тележки.

Рассмотрим реализацию способа на примере работы испытательного оборудования, в качестве которого используется симулятор колесной нагрузки ЦИКЛОС (СКН «ЦИКЛОС»), разработанный ФАУ "РОСДОРНИИ".

30 Симулятор колесной нагрузки «ЦИКЛОС» включает металлоконструкцию 1, внутри которой расположены трек 2 с испытательными (выполняющие роль устройств, имитирующих колесную нагрузку на дорожные конструкции), промежуточными и измерительной тележками (на фиг. не обозначены). На нижней внешней поверхности металлоконструкции установлены инфракрасные нагревательные элементы (на фиг. не показаны).
35 Внутри металлоконструкции 1 установлена конвейерная система с тележками. Испытательные тележки оборудованы нагрузочными колесами 3 с пневмоподушками 4. Внутри металлоконструкции 1 расположен силовой привод (на фиг. не показан) с коническо-цилиндрическим мотором-редуктором 5, ременной цепочной передачей 6, цепной передачей 7, а также блок управления (на фиг. не показан).
40 Металлоконструкция 1 содержит опорно-балансирующую систему (на фиг. не показана).

Опорно-балансирующая система состоит из гидравлической насосной станции, четырех опор с гидроцилиндрами с элементами механической фиксации и гидрозамка, блока управления гидросистемой, трубопроводов, гибких рукавов высокого давления.

45 Конвейерная система включает четыре испытательные тележки, семь промежуточных тележек и одну измерительную тележку, соединенных при помощи замков звеньев 8 тележек.

Системы измерения состояния поверхности покрытия устанавливаются на

измерительную тележку испытательной установки и включают лазерный 2-D сканер для получения данных о поперечном профиле (колейности) поверхности дорожной конструкции и бесконтактный датчик температуры (пирометр), измеряющий температуру поверхности покрытия, а также систему фото- и видеофиксации дефектов в процессе испытаний.

Информация со всех датчиков, установленных внутри дорожной конструкции, и с системы измерения состояния поверхности покрытия фиксируются, передаются в систему сбора и обработки данных СКН «ЦИКЛОС» для долгосрочного хранения и дальнейшего анализа. Датчики, входящие в систему измерения состояния поверхности, используют беспроводную передачу данных ввиду подвижности конвейерной системы относительно металлоконструкции установки и имеют атомное питание с перезаряжаемой аккумуляторной батареи. Датчики, установленные внутри дорожной конструкции, имеют кабели и передают информацию по проводам. В качестве системы сбора и обработки информации может быть использовано многоканальное устройство, обеспечивающее сбор аналоговых и цифровых сигналов с датчиков. Устройство должно обеспечивать синхронизацию измерительных каналов, высокую частоту опроса, настройку параметров отдельных каналов в широком диапазоне и предварительную обработку сигналов аналого-цифровым преобразователем. Многоканальное устройство передаёт полученную от всех датчиков информацию на сервер хранения данных для хранения и дальнейшего анализа.

СКН «ЦИКЛОС» доставляется на место дислокации путем расположения на специальном полуприцепе тягача.

Испытания допускается проводить при температуре окружающего воздуха от -5°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

Температура слоев дорожного покрытия при проведении испытания может варьироваться в пределах от 0°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

Опорно-балансировочная система предназначена для подъема и удержания симулятора и тем самым обеспечения необходимой нагрузки от колес испытательных тележек за счет собственного веса симулятора.

Питание СКН «ЦИКЛОС» осуществляется от источника энергии 220/380 V (например, может быть реализовано подключение установки через силовые провода постоянных сетей электропитания или от дизельной электростанции).

Реализация способа ускоренного испытания дорожных конструкций начинается с того, что производят установку СКН «ЦИКЛОС» (испытательного оборудования) над заранее устроенной исследуемой дорожной конструкцией с измерительными датчиками, выполненной в виде испытательной секции таким образом, чтобы движение кареток осуществлялось в продольном направлении секции

Задают температуру и влажность дорожной конструкции.

Условия моделирования окружающей среды для испытания должны имитировать ожидаемые реальные критические условия эксплуатации дорожной конструкции, и чтобы выбранные критические условия являлись частью анализа поведения и реакции дорожной конструкции.

Когда необходимо обеспечить реальные условия, например, летнего периода, температуру задают до 60°C . Влажность в зависимости от типа грунта и задачи исследований может варьироваться в пределах от оптимальной влажности до влажности на границе текучести.

Для имитации характерных условий испытания в зимнее месяцы, задают температуру около $0-10^{\circ}\text{C}$. Влажность в зависимости от типа грунта и задачи исследований может

варьироваться в пределах от оптимальной влажности до влажности на границе текучести.

Далее задают параметры величины колесной нагрузки, ее частоту и количество циклов, максимальное количество циклов за сутки может достигать 75000 приложений, а величина нагрузки до 6,5 т.

Задав все параметры и обеспечив при необходимости термостатирование до заданной температуры, производят запуск СКН «ЦИКЛОС» с промежуточными, измерительными и испытательными тележками, выполняющими роль в данном частном случае устройства, имитирующего колесную нагрузку на дорожные конструкции. Заданные параметры регулируется автоматически согласно параметрам, установленным ранее. Испытательные тележки оборудованы нагрузочными колесами с пневмоподушками и приближены к конструкции подвески грузового транспортного средства с пневматической подвеской.

Начинается процесс испытания с того, что приводятся к заданным условиям испытания все показатели - температура и влажность дорожной конструкции достигают заданных значений.

Четыре испытательные тележки, непрерывно двигаясь в составе конвейерной системы при помощи нагрузочных колес, осуществляют приложение расчетной нагрузки на поверхность покрытия испытываемого участка дорожной конструкции (испытательную секцию).

В процессе всего ускоренного испытания происходит автоматический контроль температуры и влажности дорожных конструкций. Если показатели температуры изменились относительно заданных, то производят корректировку температуры дорожной конструкции и/или ее поверхности посредством включения/выключения инфракрасных нагревательных элементов терморегулятором и датчиком температуры, тем самым данные температуры становятся равными заданным.

Охлаждение испытываемого участка дорожной конструкции производят посредством комплексного воздействия охлажденного воздуха непосредственно возле поверхности испытательной секции дорожного покрытия и применения трубчатой системы, состоящей из полимерных трубок, соединенных между собой в маты, и, при необходимости регулируется увлажнение системой трубок с устройствами капельного орошения.

Первые 3000-5000 циклов нагрузку от нагрузочных колес испытательных тележек ограничивают до 30-40% от расчетной или нормативной для первоначальной проверки всех измерительных систем и минимизации погрешности в результатах исследований из-за эффекта начального до уплотнения материалов слоев.

Расчетная нагрузка задается в зависимости от капитальности дорожной конструкции (соответствует нагрузке принятой при конструировании дорожной одежды в соответствии с действующими нормативными документами).

Затем величина нагружения доводится до полного значения, и испытания продолжаются до достижения требуемого количества приложений нагрузок или до достижения критерия отказа.

При появлении в процессе эксплуатации на поверхности покрытия деформаций (колейности) опорно-балансировочная система осуществляет автоматическое регулирование нагрузки путем опускания всей установки и компенсации величины деформаций. С заданной (например, раз в 3000 приложений) периодичностью включаются измерительные системы, установленные на измерительной тележке, и происходит фиксация изменений поверхности покрытия. Данная периодичность устанавливается с помощью программного обеспечения перед началом испытания.

В процессе всего ускоренного испытания при помощи соответствующих датчиков производят непрерывное измерение, контроль и дальнейшее хранение величины прикладываемой нагрузки, а также величин давления, напряжений, деформаций и температуры внутри дорожной конструкции.

5 При помощи лазерного 2-D сканера осуществляют измерение поперечного профиля поверхности дорожной конструкции. Результаты измерений производят с цикличностью измерения (например, 3000 циклов), но не реже, чем один час, данные передаются для на рабочую станцию оператора и далее в систему сбора и обработки СКН «ЦИКЛОС»

10 Также осуществляют непрерывную фото- и видеофиксацию динамики изменения состояния поверхности дорожной конструкции в процессе испытания с автоматической записью и хранением информации. Полученные данные используются далее для последующей обработки, визуализации и хранения.

Измерение температуры испытываемого покрытия дорожной конструкции обеспечивается сбором измеренных данных с инфракрасного датчика (пирометра) с частотой сканирования не менее 10 Гц. Пирометр устанавливается на промежуточной тележке. Результаты измерений с цикличностью измерения 3000 циклов, но не реже, чем один час, данные передаются в рабочую станцию оператора и далее в систему сбора и обработки СКН «ЦИКЛОС».

20 Фото- и видеофиксация структуры состояния поверхности покрытия дорожной конструкции обеспечивается сбором измеренных данных с цифровой видеокамеры для передачи в рабочую станцию оператора. Для обеспечения качественной съемки устанавливается лампа освещения покрытия. Цифровая видеокамера и лампа освещения устанавливаются на промежуточной тележке. Результаты измерений с цикличностью измерения 3000 циклов, но не реже, чем один час, передаются в рабочую станцию оператора и далее в систему сбора и обработки СКН «ЦИКЛОС».

25 Автоматическое регулирование нагрузки осуществляют непрерывно в течение всего испытания путем опускания установки и компенсации величины деформаций при помощи опорно-балансирующей системы установки.

Исходя из постановки эксперимента и задач исследования после осуществления 30 испытаний в условиях летнего периода, можно реализовать изменение внешних условий, обеспечивающих естественные условия другого периода времени года. Смена заданных параметров может осуществляться последовательно в соответствии с имитацией всех четырех времени года,

Испытание может осуществляться от 20 дней до 120 дней. Прекращение испытаний 35 происходит при достижении заданного количества приложений нагрузки или выявлении одного из критериев отказа характеризующий необходимость проведения прогнозируемого капитального ремонта.

Ускорение испытаний в сравнении с реальной эксплуатацией автомобильной дороги достигается за счет высокопроизводительного симулятора колесной нагрузки (до 75000 40 приложений в сутки), приложением к испытываемому участку только расчётных нагрузок от грузовых транспортных средств (на которые рассчитана дорога) и созданием и поддержанием температуры и влажности характерных для тяжелых условий эксплуатации дороги при которых происходит ускоренное образование разрушений.

При проведении испытаний предусматривается после каждых 23 часов непрерывной 45 работы остановка симулятора и осуществление технического осмотра контроля работоспособности всех систем, и корректировки уровня нагрузки при его отклонении от заданного. При необходимости (отклонении от заданного) устанавливают другие параметры при помощи блока управления и программного обеспечения.

После выполнения цикла испытаний, установка выключается. Данную команду можно установить при помощи программного обеспечения блока управления либо оператором.

(57) Формула изобретения

5

1. Способ ускоренного испытания дорожных конструкций, заключающийся в том, что производят установку испытательного оборудования над исследуемой дорожной конструкцией, задают параметры испытания и в процессе ускоренного испытания поддерживают при помощи измерительных датчиков температуру и влажность дорожной конструкции путем ее нагрева, и/или охлаждения, и/или увлажнения в автоматическом режиме, воспроизводя реальные условия эксплуатации в различные периоды года, затем производят запуск испытательного оборудования с запуском устройств, имитирующих колесную нагрузку на дорожные конструкции, производят непрерывное измерение, контроль и хранение величины прикладываемой нагрузки, величин давления, напряжения и деформации внутри дорожной конструкции, а также изменение поперечного профиля поверхности дорожной конструкции, осуществляют непрерывную фото- и видеофиксацию изменения состояния поверхности дорожной конструкции в процессе испытания с автоматической записью и хранением информации, причем первые 3000-5000 циклов нагрузку ограничивают до 30-40% от расчетной или нормативной, затем величина нагружения доводится до полного значения и испытания продолжают до достижения требуемого количества приложений нагрузок или до достижения критерия отказа.

10

15

20

25

2. Способ ускоренного испытания дорожных конструкций по п. 1, заключающийся в том, что нагрев обеспечивается посредством инфракрасных нагревательных элементов с терморегулятором и датчиком температуры.

30

3. Способ ускоренного испытания дорожных конструкций по п. 1, заключающийся в том, что охлаждение осуществляется посредством комплексного воздействия охлажденного воздуха непосредственно возле поверхности испытательной секции дорожного покрытия и применения трубчатой системы, состоящей из полимерных трубок, соединенных между собой в маты.

4. Способ ускоренного испытания дорожных конструкций по п. 1, заключающийся в том, что увлажнение осуществляется системой трубок с устройствами капельного орошения.

35

40

45

5. Способ ускоренного испытания дорожных конструкций по п. 1, заключающийся в том, что датчики давления размещены на поверхности земляного полотна или в слоях основания; датчики напряжения размещены на нижней границе верхнего слоя покрытия и/или на нижней границе нижнего слоя пакета асфальтобетонных слоев для измерения поперечных и продольных напряжений; в зависимости от исследовательских задач расположение датчиков может варьироваться; датчики влажности устанавливаются попарно в середину каждого несвязного слоя основания и грунта рабочего слоя земляного полотна дорожной конструкции; датчики температуры установлены в середину каждого конструктивного слоя и грунта рабочего слоя земляного полотна дорожной конструкции и на испытательном оборудовании для бесконтактного измерения температуры поверхности дорожной конструкции; датчики остаточных деформаций установлены в дорожную конструкцию по мере ее устройства таким образом, чтобы обеспечить измерение деформаций в каждом конструктивном слое; лазерный 2-D сканер измерения поперечного профиля поверхности дорожной конструкции установлен на испытательном оборудовании.

6. Способ ускоренного испытания дорожных конструкций по п. 1, заключающийся в том, что исследуемая дорожная конструкция выполнена полномасштабной в виде испытательной секции прямоугольного сечения, ограниченной бетонными стенками.

5 7. Способ ускоренного испытания дорожных конструкций по п. 1, заключающийся в том, что автоматически регулируют заданные параметры устройств на протяжении всего испытания, имитирующих колесную нагрузку на дорожные конструкции.

10

15

20

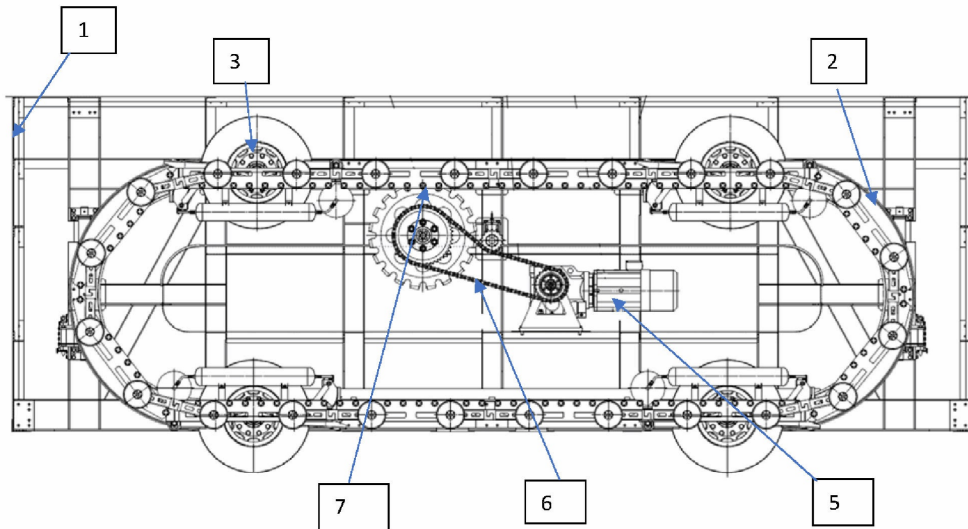
25

30

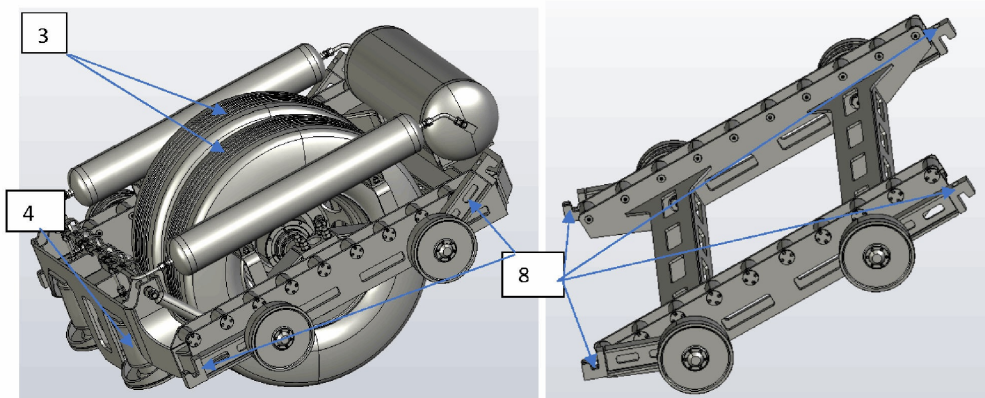
35

40

45



Фиг. 1



Фиг. 2