

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **027857**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2017.09.29**

(51) Int. Cl. **E01C 23/07** (2006.01)  
**G06F 19/00** (2011.01)

(21) Номер заявки  
**201500478**

(22) Дата подачи заявки  
**2015.04.15**

---

(54) **СПОСОБ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В РАЙОНАХ С ЧАСТЫМИ ГОЛОЛЕДАМИ В СОСТОЯНИИ, ОТВЕЧАЮЩЕМ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

---

(43) **2016.10.31**

(56) **BY-C1-16618**  
**BY-C1-15485**  
**BY-C1-14539**

(96) **2015/EA/0064 (BY) 2015.04.15**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(BY)**

(72) Изобретатель:  
**Селюков Дмитрий Дмитриевич (BY)**

---

(57) Изобретение относится к дорожному строительству, а именно к созданию и содержанию автомобильной дороги на закруглении в состоянии, отвечающем требованиям безопасности движения, в районах с частыми гололедами. Задачей, решаемой изобретением, является повышение безопасности дорожного движения. Новым в способе является обеспечение равенства сдвигающих и удерживающей сил, действующих на колесо ведущей оси транспортного средства при движении по обледенелому покрытию на прямолинейном и криволинейном участке автомобильной дороги. Это исключает самопроизвольное скольжение автомобиля.

**B1**

**027857**

**027857**

**B1**

Изобретение относится к дорожному строительству, а именно к созданию и содержанию автомобильной дороги на закруглении в состоянии, отвечающем требованиям безопасности движения, в районах с частыми гололедами.

Известны субъективный, технический, системотехнический, антропоцентрический и системно-функционально-деятельностный детерминированный способы создания автомобильной дороги на закруглении [1]. В них предусмотрена безопасность движения для расчетной скорости движения одиночного автомобиля, ровном чистом и влажном состоянии поверхности дорожного покрытия и благоприятных для движения метеорологических условиях. Наиболее распространенным и нормируемым способом является технический способ проектирования автомобильной дороги на закруглении [2]. Коэффициент продольного сцепления в нём нормируется от 0,45 для расчетной скорости 60 км/ч до 0,55 для расчетной скорости 140 км/ч и измеряют его в режиме экстренного торможения прибором ПКРС-2у в летний период при скорости 60 км/ч. Нормы содержания автомобильной дороги на закруглении в состоянии, отвечающем требованиям безопасности движения, регламентируют наличие неровностей поверхности дорожного покрытия и коэффициент продольного сцепления, измеряемый в режиме экстренного торможения при скорости 60 км/ч влажной ровной поверхности дорожного покрытия в летний период 0,35 прибором ПКРС-2у, независимо от значения расчетной скорости движения [3]. Коэффициент продольного сцепления уменьшается при росте неровности поверхности дорожного покрытия [4].

Недостатки способов создания и содержания автомобильной дороги на закруглении заключаются в том, что они не учитывают их признаки (продольный уклон дороги; силу тяги транспортного средства; равенство суммарных сдвигающих и удерживающих сил, действующих в зоне контакта колеса с поверхностью дорожного покрытия [5]; коэффициент сцепления и ровность обледенелого дорожного покрытия [6]; деятельность, связанную с уровнем финансирования и зимнего содержания автомобильных дорог разных технических категорий), которые вызывают рост дорожно-транспортных происшествий на закруглениях автомобильных дорог с зимней скользкостью, достигая относительной аварийности 85%-ой обеспеченности 10,5 ДТП/1 млн. авт. [7]. Аварийность на закруглениях автомобильных дорог определяется суммарным проявлением признаков психофизиологической и технической безопасности движения [8]. К признакам психофизиологической безопасности движения относят признаки, зависящие от водителя (зона видимости пути в направлении движения, решение зрительных задач при управлении автомобилем, функциональная напряженность при управлении им автомобиля и др.). К признакам технической безопасности относят признаки, которые связаны с конструктивными особенностями и эксплуатационным состоянием автомобиля и автомобильной дороги и их взаимодействия (радиус кривой в плане, параметры переходной кривой, уклон виража, коэффициент сцепления, неровность поверхности дорожного покрытия и т.д.).

Наиболее близким техническим решением по технической сущности и достигаемому результату к описываемому изобретению является способ создания автомобильной дороги на закруглении [9], который включает вешение тангенсов, нахождение пикетажного положения вершины угла поворота, измерение угла поворота, определение длины переходной кривой и ее координат, разбивку трассы переходных кривых, определение минимального радиуса и координат круговой кривой, разбивку трассы круговой кривой, определение уклона виража и длины отгона виража, устраиваемого вначале переходной кривой, определение уширения и отвода уширения, устраиваемого в конце переходной кривой, разбивку продольного и поперечных профилей закругления дороги, причем радиус кривой является основным, а длина переходной кривой, уклон виража и уширение являются производными от него ( $R_{\min}$ ), который определяют из выражения:

$$R_{\min} = V^2 / 127(\mu + i_B), \quad (1)$$

где  $V$  - расчетная скорость движения, км/ч;

$\mu$  - коэффициент поперечной силы, доля единицы;

$i_B$  - уклон виража, доля единицы. Республика Беларусь относится к районам с частыми гололедами, а уклон виража нормируется от 40 до 50%.

Недостатком этого способа является то, что минимальный радиус кривой в плане определяют без учёта неровности поверхности дорожного покрытия, возникающей в процессе эксплуатации автомобильной дороги, силы тяги транспортного средства, продольного уклона дороги, равенства сдвигающих и удерживающих сил, действующих в зоне контакта колеса с поверхностью дорожного покрытия, для расчетной скорости. Поэтому он не учитывает коэффициент сцепления шин с обледенелым покрытием, в результате чего на закруглении с обледенелым покрытием происходят дорожно-транспортные происшествия и преступления. Кроме того, этот способ не учитывает уровень финансирования и содержания автомобильных дорог низких технических категорий, который ниже по сравнению с уровнем финансирования и содержания дорог высших технических категорий, обусловленный экономическими соображениями.

В уровне науки не выявлено способа создания и содержания автомобильной дороги на закруглении в районах с частыми гололедами в состоянии, отвечающем безопасности движения, того же назначения, который может быть принят в качестве ближайшего аналога заявленного изобретения.

Задачей, решаемой изобретением, является повышение безопасности дорожного движения.

Для достижения поставленной задачи предложено способ создания и содержания автомобильной дороги на закруглении в районах с частыми гололедами в состоянии, отвечающем требованиям безопасности движения, включающий вешение тангенсов, нахождение пикетажного положения вершины угла поворота, измерение угла поворота, определение минимального радиуса и координат круговой кривой, определение длины переходной кривой и ее координат, разбивку трассы переходных кривых и круговой кривой, определение уклона виража и длины отгона виража, определение уширения и отвода уширения, разбивку продольного и поперечных профилей закругления дороги, отличающиеся тем, что измеряют вес и сцепной вес автомобиля, измеряют лобовую площадь автомобиля, измеряют коэффициент обтекаемости автомобиля, измеряют неровность обледенелой поверхности дорожного покрытия, измеряют фактический коэффициент сцепления для скоростей движения в режиме равномерного движения и торможения автомобиля на прямо линейном участке автомобильной дороги, расположенном на спуске, подъеме и горизонтальном участке с обледенелым состоянием поверхности дорожного покрытия, построение по данным измерений зависимостей фактических коэффициентов сцепления на неровном обледенелом дорожном покрытии для режима равномерного движения и торможения от скорости движения, нахождение точки пересечения построенных зависимостей, по полученной точке пересечения зависимостей находят критическую скорость движения  $V_1$  и соответствующий ей фактический коэффициент сцепления  $\varphi_1$ , соответствующие неровному обледенелому покрытию на спуске, подъеме или горизонтальному участку, измерение для установленной скорости движения коэффициент сопротивления качению при движении по обледенелому покрытию, назначение уклона виража, равного нормальному поперечному уклону проезжей части дороги, назначение длины отгона виража, равного длине переходной кривой, определение минимального радиуса кривой в плане ( $R_{\text{мин.}}$ ) для установленной скорости из выражения:

$$R_{\text{мин.}} = \frac{0,5G_2 \left( \frac{V_1}{3,6} \right)^2}{g \left\{ \sqrt{(0,5G_2 \varphi_v \cos \alpha \cos \beta)^2 - \left[ Gf_v \cos \alpha \pm G \sin \alpha + kS \left( \frac{V_1}{3,6} \right)^2 \right]^2} \pm 0,5G_2 t g \beta \right\}} \quad (2)$$

где  $V_1$  - скорость движения автомобиля на прямолинейном участке дороги на спуске, подъеме или горизонтальном участке с обледенелым покрытием, км/ч;

$G_2$  - сцепной вес автомобиля;

$g$  - ускорение силы тяжести;

$\varphi_v$  - коэффициент сцепления колеса автомобиля с неровной обледенелой по верхностью дорожного покрытия при скорости  $V_1$ ;

$\alpha$  - угол наклона к горизонту проезжей части в продольном направлении;

$\beta$  - угол наклона к горизонту проезжей части в поперечном направлении;

$G$  - вес автомобиля;

$f_v$  - коэффициент сопротивления качению колеса автомобиля при неровной обледенелой поверхности дорожного покрытия и скорости  $V_1$ ;

$k$  - коэффициент обтекаемости автомобиля;

$S$  - лобовая площадь автомобиля.

Знак "плюс" в формуле 2 принимают для спуска, а знак "минус" - для подъема.

Предлагаемый способ создания и содержания автомобильной дороги на закруглении в районах с частыми гололедами реализуют следующим образом. Вначале измеряют вес и сцепной вес автомобиля, его лобовую площадь и коэффициент обтекаемости. Затем измеряют продольный и поперечный уклон и неровность поверхности обледенелого дорожного покрытия и фактический коэффициент сцепления на нём для скоростей движения в режиме равномерного движения и торможения автомобиля на прямолинейном участке автомобильной дороги, расположенном на спуске, подъеме и горизонтальном участке. По данным измерений строят зависимости фактических коэффициентов сцепления для режима равномерного движения и торможения от скорости движения. Находят точки пересечения на построенных зависимостях и по полученной точке пересечения зависимостей критическую скорость движения  $V_1$  и соответствующий ей фактический коэффициент сцепления  $\varphi_1$ . Измеряют для установленной скорости движения коэффициент сопротивления качению при движении по неровному обледенелому дорожному покрытию проезжей части автомобильной дороги. Устанавливают минимальный радиус закругления для неровного обледенелого состояния дорожного покрытия при определенном угле наклона проезжей части к горизонту в продольном направлении. Назначают уклон виража, равный нормальному поперечному уклону проезжей части дороги, и длину отгона виража, равную длине переходной кривой. Определяют минимальный радиус закругления при влажном состоянии покрытия. Сопоставляют минимальные радиусы при обледенелом и влажном состоянии покрытия и выбирают наибольшее значение. Провешивают тангенсы. Находят пикетажное положение вершины угла поворота. Измеряют угол поворота. Определяют длину переходной кривой для выбранного радиуса закругления и ее координаты. Определяют координаты круговой кривой. Разбивают трассу переходных кривых и круговой кривой. Определяют

уширение и отвод уширения. Разбивают продольный профиль и поперечные профили закругления дороги.

На фигуре схематично изображена зависимость фактического коэффициента сцепления для режима равномерного движения 2 и торможения 1 от скорости движения  $V$  для прямолинейного участка дороги, расположенного на подъеме, спуске или горизонтальном участке, при неровном обледенелом состоянии покрытия. Стрелками показан путь нахождения критической скорости  $V_1$  и фактического коэффициента сцепления для режима равномерного движения ( $\phi_{фр}$ ) и торможения ( $\phi_{фт}$ ).

Равенство сдвигающих и удерживающей сил, действующих на колесо ведущей оси при движении автомобиля по обледенелому покрытию на прямолинейном участке на подходе к закруглению и на криволинейном участке автомобильной дороге, исключает самопроизвольное скольжение. Это повышает безопасность дорожного движения.

Результаты сравнительного анализа признаков известных технических решений и заявленного решения показывают, что в заявленном решении имеются признаки, которых нет в известных решениях, поэтому решение отвечает критерию "новизна". Существенными признаками заявленного способа создания и содержания автомобильной дороги на закруглении в районах с частыми гололедами в состоянии, отвечающем требованиям безопасности движения, являются определение критической скорости и фактического коэффициента сцепления при режиме равномерного движения и торможения на прямолинейном участке автомобильной дороги, расположенном на подъеме, спуске или горизонтальном участке, при обледенелом состоянии поверхности дорожного покрытия и равенстве сдвигающих и удерживающих сил, действующих в опорной плоскости; назначение уклона виража, равного нормальному поперечному уклону проезжей части дороги, назначение длины отгона виража, равного длине переходной кривой; определение минимального радиуса кривой в плане для установленной критической скорости; сопоставление минимального радиуса закругления, установленного при влажном и обледенелом состоянии дорожного покрытия и выбор наибольшего. Наличие новых отличительных признаков у заявленного способа указывает на появление нового свойства, повышение безопасности проезда закругления автомобильной дороги, поэтому заявленное техническое решение соответствует критерию "существенные отличия".

#### **Источники информации, принятые во внимание при оформлении заявки**

- 1) Селюков Д.Д. Инновации в проектировании закругления на спуске дороги/Д.Д. Селюков//Дорожная держава, 2009, № 20, с. 79-83.
- 2) Автомобильные дороги. Нормы проектирования: ТКП 45-3.03-19-2006, Введ. 01.07.2006, Минск: Минстройархитектура, 2006, с. 7-10; Изменение №3 ТКП 45-3.03-19-2006, Введ. 01.05.2010, Минск: Минстройархитектура, 2010, с. 2.
- 3) Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения: СТБ 1291-2007. - Введ. 01.06.2008, Минск: Госстандарт, 2007, с. 5-7, пп.6.1.2, 6.1.4, 6.1.5; Изменение №1 СТБ 1291-2007. - Введ. 01.07.2011, Минск: Госстандарт, 2011, с. 1.
- 4) Васильев А.П. Проектирование автомобильных дорог с учетом влияния климата на условия движения/А.П. Васильев. - М.: Транспорт, 1986, с. 22.
- 5) Макаров А.В. Основы проектирования закруглений на автомобильных дорогах/А.В. Макаров//В кн.: Проектирование кривых в плане на автомобильных дорогах. - М.: изд. Гушосдора НКВД СССР, 1939, с. 94, п.3; 96, п.10.
- 6) Селюков Д.Д. Закругление на спуске дороги: пат. 12295 Республики Беларусь, МПК9 E01C 1/00; Закругление на подъеме автомобильной дороги: пат. 16618 Республики Беларусь, МПК9 E01C 1/00.
- 7) Селюков Д.Д. Психологическая безопасность автомобильных дорог/Д.Д. Селюков. -Мн.: ВУЗ ЮНИТИ, 1997, с. 51, таб. 17.
- 8) Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения/В.Ф. Бабков. - М.: Транспорт, 1982, с. 71, 72, рис. 3.17; с. 209, рис. 7.10.
- 9) Яцевич И.К. Проектирование автомобильных дорог. Методические указания по выполнению курсового проекта № 1 "Основы проектирования" для студентов специальности 1-700301 "Автомобильные дороги"/И.К. Яцевич, Е.И. Кононова. - Мн.: БНТУ, 2010, с. 9, 10, 14-44.

#### **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Способ строительства автомобильной дороги в районах с частыми гололедами в состоянии, отвечающем требованиям безопасности движения, включающий вешение тангенсов, нахождение пикетажного положения вершины угла поворота, измерение угла поворота, определение минимального радиуса и координат круговой кривой, определение длины переходной кривой и ее координат, разбивку трассы переходных кривых и круговой кривой, определение уклона виража и длины отгона виража, определение уширения и отвода уширения, разбивку продольного и поперечных профилей закругления дороги, отличающийся тем, что измеряют вес и сцепной вес автомобиля, измеряют лобовую площадь автомобиля, измеряют коэффициент обтекаемости автомобиля, измеряют неровность обледенелой поверхности до-

рожного покрытия, измеряют фактический коэффициент сцепления для скоростей движения в режиме равномерного движения и торможения автомобиля на прямолинейном участке автомобильной дороги, расположенном на спуске, подъеме, и горизонтальном участке с обледенелым состоянием поверхности дорожного покрытия, построение по данным измерений зависимостей фактических коэффициентов сцепления на неровном обледенелом дорожном покрытии для режима равномерного движения и торможения от скорости движения, нахождение точки пересечения построенных зависимостей, по полученной точке пересечения зависимостей находят критическую скорость движения  $V_1$  и соответствующий ей фактический коэффициент сцепления  $\varphi_1$ , соответствующие неровному обледенелому покрытию на спуске, подъеме или горизонтальном участке, измерение для установленной скорости движения коэффициента сопротивления качению при движении по обледенелому покрытию, назначение уклона виража, равного нормальному поперечному уклону проезжей части дороги, назначение длины отгона виража, равного длине переходной кривой, определение минимального радиуса кривой в плане ( $R_{\min}$ ) для установленной скорости из выражения

$$R_{\min} = \frac{0,5G_2 \left( \frac{V_1}{3,6} \right)^2}{g \left\{ \left( 0,5G_2 \varphi_1 \cos \alpha \cos \beta \right)^2 - \left[ Gf, \cos \alpha \pm G \sin \alpha + kS \left( \frac{V_1}{3,6} \right)^2 \right]^2 \pm 0,5G_2 t g \beta \right\}} \quad (2)$$

где  $V_1$  - скорость движения автомобиля на прямолинейном участке дороги на спуске, подъеме или горизонтальном участке с неровным обледенелым покрытием, км/ч;

$G_2$  - сцепной вес автомобиля;

$g$  - ускорение силы тяжести;

$\varphi_v$  - коэффициент сцепления колеса автомобиля с неровной обледенелой поверхностью дорожного покрытия при скорости  $V_1$ ,

$\alpha$  - угол наклона к горизонту проезжей части в продольном направлении;

$\beta$  - угол наклона к горизонту проезжей части в поперечном направлении;

$G$  - вес автомобиля;

$f_v$  - коэффициент сопротивления качению колеса автомобиля при неровной обледенелой поверхности дорожного покрытия и скорости  $V_1$ ;

$k$  - коэффициент обтекаемости автомобиля;

$S$  - лобовая площадь автомобиля;

знак "плюс" в формуле принимают для спуска, а знак "минус" - для подъема.

