

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E01C 9/08 (2026.05)

(21)(22) Заявка: 2025132755, 24.11.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.11.2025Дата регистрации:
25.06.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.11.2025

(45) Опубликовано: 25.06.2026 Бюл. № 18

Адрес для переписки:

105005, Москва, вн. тер. г. Муниципальный
округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.
1, Амелина Ксения Евгеньевна

(72) Автор(ы):

Гончарова Галина Юрьевна (RU),
Каухчешвили Николай Эрнестович (RU),
Туралин Денис Олегович (RU),
Кулагин Алексей Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана (национальный исследовательский
университет)" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2386089 C1, 10.04.2010. RU
2480501 C1, 27.04.2013. CN 115572448 A,
06.01.2023. US 6119466 A, 19.09.2000. CN
112210347 A, 12.01.2021. US 20120076581 A1,
29.03.2012.(54) Состав смеси для формирования модифицированного ледового покрытия на ледовой поверхности
сезонной автодороги северных регионов и способ формирования такого покрытия

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительству зимних автодорог в условиях Севера путем создания модифицированного ледового покрытия. Технический результат – повышение прочностных свойств дорог, повышение стойкости к износу и инсоляции в весенний период. Состав смеси для формирования модифицированного ледового покрытия на ледовой поверхности сезонной автодороги северных регионов содержит следующие компоненты, мас. %: поливиниловый спирт 0,005-0,250; тетраборат натрия 0-0,0025; 1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4 0,00005-0,0025; вода - остальное, при этом 1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4 представляет собой очищенную низкотемпературной обработкой в вакууме 1,8%

кремнийорганическую водную эмульсию смеси полидиметилсилоксана и 4% раствора поливинилового спирта, взятых в равных долях. Способ формирования модифицированного ледового покрытия на ледовой поверхности сезонной автодороги северных регионов включает ее укрепление, при котором до достижения требуемой толщины слоя модифицированного покрытия проводят послойное намораживание на ледовую поверхность автодороги путем разлива с расходом 4,0-6,0 л/м² подогретого до температуры не ниже 20°C состава указанной смеси, выдержку каждого слоя осуществляют в течение 60-180 мин. При формировании каждого слоя проводят внесение мелкодисперсной фазы белого мраморного песка или мраморной крошки

фракцией 0,2-0,5 мм с помощью разбрасывающего
устройства до достижения плотности

распределения мраморного материала в слое не
более 500 г/м². 2 н.п. ф-лы.

R U 2 8 6 4 6 9 5 C 1

R U 2 8 6 4 6 9 5 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E01C 9/08 (2026.05)

(21)(22) Application: **2025132755, 24.11.2025**

(24) Effective date for property rights:
24.11.2025

Registration date:
25.06.2026

Priority:

(22) Date of filing: **24.11.2025**

(45) Date of publication: **25.06.2026** Bull. № 18

Mail address:

**105005, Moskva, vn. ter. g. Munitsipalnyj okrug
Basmannyj, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,
Amelina Kseniya Evgenevna**

(72) Inventor(s):

**Goncharova Galina Iurevna (RU),
Kaukhcheshvili Nikolai Ernestovich (RU),
Turalin Denis Olegovich (RU),
Kulagin Aleksei Iurevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Moskovskii gosudarstvennyi
tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana
(natsionalnyi issledovatel'skii universitet)» (RU)**

(54) **COMPOSITION OF MIXTURE FOR FORMING A MODIFIED ICE COATING ON ICE SURFACE OF SEASONAL HIGHWAY IN NORTHERN REGIONS AND METHOD FOR FORMING SUCH COATING**

(57) Abstract:

FIELD: construction of winter roads in Northern conditions.

SUBSTANCE: composition of the mixture for forming a modified ice coating on the ice surface of a seasonal highway in the northern regions comprises the following components, in wt. %: polyvinyl alcohol 0.005-0.250; sodium tetraborate 0-0.0025; 1.8% purified aqueous organosilicon emulsion "ПЖС-4" 0.00005-0.0025; water is the rest, whereby the 1.8% purified aqueous organosilicon emulsion "ПЖС-4" is a 1.8% organosilicon aqueous emulsion of a mixture of polydimethylsiloxane and a 4% solution of polyvinyl alcohol, taken in equal parts, purified by low-temperature treatment in a vacuum. The method for forming a modified ice coating on the ice surface of a seasonal highway in the northern regions includes its

strengthening, in which, until the required thickness of the modified coating layer is achieved, layer-by-layer freezing is carried out on the ice surface of the highway by pouring at a rate of 4.0-6.0 l/m² heated to a temperature of at least 20°C using the specified mixture, each layer is cured for 60-180 minutes. During the formation of each layer, a finely dispersed phase of white marble sand or marble chips with a fraction of 0.2-0.5 mm is added using a spreading device until the marble material distribution density in the layer reaches no more than 500 g/m².

EFFECT: increase in the strength properties of roads, increased resistance to wear and tear and insulation in the spring.

2 cl

Изобретение относится к строительству зимних автодорог (автозимников) в условиях Севера путем нанесения модифицированного ледяного слоя на снежный или ледяной покров. Состав и способ пригодны также для обустройства газовых и нефтяных месторождений в районах вечной мерзлоты, для строительства и упрочнения ледовых вертолетных площадок, для строительства площадок на нефтяных и газовых промыслах, для строительства и упрочнения взлетно-посадочных полос аэродромов, а также обеспечивает содержание (обслуживание) автозимников в условиях Заполярья и Крайнего Севера, Сибири и Северо-Востока России, для строительства и упрочнения временных зимних дорог для трубопроводного строительства в сложных условиях.

Использование данного изобретения позволит создавать модифицированные ледовые покрытия автозимников с улучшенными прочностными свойствами, повышенной стойкостью к износу и инсоляции в весенний период, повышает технологичность процесса нанесения упрочняющего состава.

В уровне техники известна возможность применения модифицированного льда в строительстве автозимников. Одним из методов упрочнения ледяного полотна является его модификация. Внесение модифицирующих добавок в ледовую матрицу повышает его прочность. Модифицированное ледовое покрытие дорог является наиболее устойчивым к воздействию факторов внешней среды благодаря вносимым в лед модифицирующим добавкам по сравнению с немодифицированным льдом (Каргополов Е.В. и др. Обоснование применения модифицированного льда в строительстве автозимников. Научный аспект №6-2024 - Строительство и арх.)

Известен способ создания временного зимнего дорожного покрытия (патент RU2759781, опуб. 17.11.2021 E02B 1/12), путем укрепления слабого грунтового основания в северной строительной-климатической зоне. Конструкция автозимника состоит из последовательно размещенных на основании мохорастительного покрова, теплоизолирующего слоя из тканого полимера с пористым пенопластом и уплотненного слоя снега на полотне дороги, что позволяет добиться некоторого повышения эксплуатационной надежности дорожной конструкции.

Известен способ сооружения временного покрытия при прокладке снеголедового дорожного полотна временных автозимников (патент RU2252290, опуб. 20.05.2005 E02B1/12) для строительства зимних автодорог на снежном и ледяном покрове в условиях Севера с тепловой обработкой снега путем рыхления и последующего уплотнения снежного покрова при использовании горелок с T800-1200°C.

Недостатком такого способа является сложность и затратность технологического осуществления данного способа.

Известен состав искусственного льда (Авторское свидетельство СССР SU1796650, опуб. 23.02.1993, F25C 1/00, F25C 3/00, E02B 1/12), предназначенный для строительства плотин, дамб и других сооружений с применением ледовых материалов, позволяющее повысить их прочность и теплостойкость. Однако для достижения указанного эффекта необходимо использование высоких концентраций вносимых в лед водорастворимых компонентов (до 10 мас.%) и мелкодисперсного материала золы или песка (до 30 мас.%). Такая высокая концентрация примесей делает практически недоступным применение данного решения для протяженных сезонных автодорог, и тем не менее дает малую устойчивость к повышению температуры весной.

Известны составы и способы улучшения свойств льда при добавлении поливинилового спирта (ПВС) (Авторское свидетельство СССР SU1649218, опуб. 15.05.1991, F25C 1/12, Авторское свидетельство СССР SU1483210, опуб. 30.05.1989 г. F25C 1/12, Авторское свидетельство СССР SU1346921, опуб. 23.10.1987 г. F25C 3/04,

Авторское свидетельство СССР SU1548307, опуб. 07.03.1990 г. F25C 1/12, Авторское свидетельство СССР SU429672, опуб. 05.06.1974 г. C09K 3/24). Эти способы, как и известный из патента RU2386089 (опуб. 10.04.2010), способ получения скоростного льда для спортивных сооружений с высокими скользящими, прочностными и

5 оптическими свойствами, не были предназначены для использования в качестве усиления покрытия сезонных дорог либо были сопряжены с существенными технологическими трудностями при их практическом осуществлении.

Согласно способу (патент RU2386089, опуб. 10.04.2010, F25C 3/04), для создания слоя искусственного льда на ледовых катках добавляли кремнийорганическую эмульсию

10 ПЖС-4, которая применялась для достижения технического результата - повышения гладкости льда и улучшения скольжения конька спортсмена на блестящей, маслянистой поверхности льду.

В экспериментах авторами были изучены возможности и теоретические основы укрепления северных и арктических автозимников в связи с применением модификации

15 ледового покрытия, в частности ПТФЭ - мелкодисперсной стабилизированной суспензии политетрафторэтилена и фторсодержащих микроэмульсий (Гончарова Г.Ю. и др. Новый метод упрочнения ледовых массивов, формируемых в условиях естественного холода // Российский химический журнал Т. LXV. 2021. №3. С. 34-41) - источник выбран в качестве ближайшего аналога - прототипа.

Недостатком прототипа является загрязнение окружающей среды остатками добавок и достаточно высокая стоимость компонентов смеси модификаторов, в первую очередь, ПТФЭ - мелкодисперсной стабилизированной суспензии политетрафторэтилена и фторсодержащих микроэмульсий, что делает экономически неэффективным

20 использовать этот состав при строительстве протяжённых сезонных автодорог в условиях Севера и Крайнего Севера.

В результате проведенных авторами научных исследований было установлено, что, несмотря на большое количество известных методов упрочнения автозимников, к настоящему времени отсутствует экологичная (без большого количества модифицирующих добавок) технология продления срока эксплуатации зимника,

30 достаточно эффективная, технологичная и экономически целесообразная для широкого внедрения в транспортную инфраструктуру российских северных регионов. Необходимо было решить техническую задачу - разработать экологически безопасную эффективную технологию создания зимников, которая обеспечит повышение прочности, долговечности, безопасности и надежности автозимников.

Решение данной задачи позволяет увеличить прочность, износостойкость и срок сезонной эксплуатации ледовых покрытий автозимников, укрепить их для прохождения по ним автомобильной техники большей грузоподъемности, за счет чего расширить

35 срок эксплуатации зимних сезонных автодорог в северных условиях, снизить количество расходуемых материалов - модифицирующих соединений, снизить влияние инсоляции в весенний период эксплуатации, улучшить сцепление автомобильных шин с ледовой

40 поверхностью.

Технический результат изобретения заключается в значительном уменьшении вреда модифицирующих добавок на окружающую среду - количество ПВС в создаваемом ледовом покрытии уменьшается более, чем на порядок по сравнению со значениями,

45 рекомендуемыми в аналогах, а также - в значительном упрочнении ледового покрытия автозимников, снижении хрупкости и износа дорожного покрытия, купировании развития трещин в ледовой матрице, минимизации количества и объема сколов, повышении технологических характеристик технологии упрочнения автозимников.

Технический результат достигается следующими предложенными составом и способом.

Состав смеси для формирования модифицированного ледового покрытия на ледовой поверхности сезонной автодороги северных регионов, содержащий следующие компоненты, мас. %:

поливиниловый спирт	0,005 - 0,250
тетраборат натрия	0 - 0,0025
1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4	0,00005 - 0,0025
вода	остальное,

при этом 1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4 представляет собой очищенную низкотемпературной обработкой в вакууме 1,8% кремнийорганическую водную эмульсию смеси полидиметилсилоксана и 4% раствора поливинилового спирта, взятых в равных долях.

2. Способ формирования модифицированного ледового покрытия на ледовой поверхности сезонной автодороги северных регионов, включающий ее укрепление, при котором до достижения требуемой толщины слоя модифицированного покрытия проводят послойное намораживание на ледовую поверхность автодороги путем разлива с расходом 4,0-6,0 л/м² подогретого до температуры не ниже 20°C состава смеси по п.1, выдержку каждого слоя осуществляют в течение 60-180 мин, причем при формировании каждого слоя проводят внесение мелкодисперсной фазы белого мраморного песка или мраморной крошки фракцией 0,2-0,5 мм с помощью разбрасывающего устройства до достижения плотности распределения мраморного материала в слое не более 500 г/м².

Технология представляет собой совокупность следующих операций:

- Подготовка ледовой подосновы (проминка, прокатка, проливка водой).
- Приготовление водного состава модифицирующих соединений с суммарным массовым содержанием модифицирующих компонентов от 1 до 5 %.
- Транспортировка концентрированного состава в термоизолированных емкостях с подогревом (поддерживается температура жидкости не ниже 20°C) к месту создания ледового покрытия.
- Получение концентрированного состава, который в 20-200 раз превышает конечный состав ледового модифицированного покрытия автозимника.
- Дозирование концентрированного состава в проливочные автоцистерны, разбавление с водой в пропорциях 1:20-1:200 в зависимости от особенностей участка дороги до достижения смеси состава, который намораживается и соответствует конечному составу ледового модифицированного покрытия зимника.
- Разлив разбавленного модифицированного состава смеси (соответствующей конечному составу ледового модифицированного покрытия зимника) на поверхность дороги, объемный расход жидкости 4,0-6,0 л/м²: больше или меньше - в зависимости от климатических условий производства работ по намораживанию и особенностей участка дороги.

Выдержка модифицированного ледового покрытия продолжительностью 60-180 мин в зависимости от климатических условий производства работ по намораживанию с примерной рекомендацией:

- при температуре воздуха более минус 10°C - не менее 180 мин
- от минус 20 до минус 10°C - не менее 90 мин
- ниже минус 20°C - не менее 60 мин

• Повторный разлив разбавленного модифицированного состава на поверхность дороги, повторение до достижения требуемой толщины модифицированного слоя, определяемой грузоподъемностью транспорта и интенсивностью транспортного потока.

• Внесение мелкодисперсной фазы (белая мраморная крошка фракцией 0,2-0,5 мм или мраморный песок) с помощью разбрасывающего устройства внутрь ледового массива при его послойном структурировании, плотность распределения 100-500 г/м² в слое в зависимости от особенностей участка дороги, для снижения влияния инсоляции в весенний период эксплуатации, повышения износостойкости и улучшения сцепления с колесами автотранспорта.

Использование предложенной технологии позволяет обеспечить продление срока сезонной эксплуатации автозимника на 2-4 недели по сравнению с известными технологиями-аналогами, в том числе по сравнению с прототипом, а также существенно снижает потребность в проведении дополнительных проливов при обслуживании дорожного покрытия автозимников и ледовых переправ. Наибольший эффект приносит укрепление проблемных участков автозимников, подверженных износу и выходу из строя в первую очередь и являющихся причиной прекращения эксплуатации автозимника в целом.

Модифицированные составы формируются на основе поливинилового спирта (ПВС) - водорастворимого биоразлагаемого высокомолекулярного соединения. При замораживании водных растворов поливинилового спирта в ледовой матрице формируется непрерывная пространственная полимерная структура, воспринимающая значительные механические напряжения и снижающая хрупкость ледовой матрицы.

Добавление тетрабората натрия дополнительно способствует сшиванию межмолекулярных цепей ПВС, образованию хелатного соединения при взаимодействии гидроксильных групп ПВС с борат-ионами и значительному повышению связанности объемной структуры на микроуровне и увеличению прочности ледового покрытия на макроуровне. Вносимые концентрации тетрабората натрия при необходимости позволяют избежать образования гидрогеля на стадии приготовления раствора, что могло бы препятствовать равномерному распределению смеси в ледовом покрытии. При кристаллизации состава в первую очередь происходит вымораживание свободной воды и увеличение концентрации тетрабората натрия, что при взаимодействии с молекулами ПВС приводит к образованию более прочного сшитого полимерного каркаса, упрочнению и снижению хрупкости ледового покрытия. Именно поэтому при необходимости состав может содержать тетраборат натрия.

Кремнийорганическая мелкодисперсная эмульсия способствует режеляции возникающих в ледовой матрице трещин и повреждений. Кроме того, именно очищенная обработкой в вакууме ПЖС-4 (кремнийорганическая мелкодисперсная эмульсия) препятствует пенообразованию при приготовлении раствора, что снижает количество воздушных включений в формируемом ледовом покрытии и благоприятно влияет на однородность свойств получаемого ледового композита.

Все вещества, применяемые в рамках технологии для создания модифицированного ледового массива, экологически безопасны по отношению к окружающей среде и представляют собой пищевые добавки, совместимые с организмом человека.

Для оценки антропогенного воздействия применяемых соединений на окружающую среду после завершения эксплуатации модифицированного участка автозимника Лабытнанги-Мужи в ЯНАО в 2025 году, созданного по настоящей технологии, были взяты пробы почвы и расплавов ледового покрытия из экспериментальных и штатных участков ледового покрытия:

- пробы почвы с участков со штатным покрытием и участков почвы, располагающихся непосредственно под модифицированным ледовым покрытием;
- фрагменты ледовых покрытий и полученные расплавы льда из участков со штатным покрытием и непосредственно участков с модифицированным ледовым покрытием.

5 Анализ проб проводились в специализированной аккредитованной лаборатории «Главный контрольно-испытательный центр питьевой воды». Согласно утверждённой методике определения антропогенного воздействия человеческой деятельности на окружающую среду, анализы проводились на присутствие и количественное содержание в воде и почве элементов, входящих в состав модифицирующих смесей. Расплавы льда, 10 взятого из покрытия, как штатных участков, так и экспериментальных, практически идентичны по химическому составу.

По показателю свободного и связанного бора пробы почв также практически идентичны и существенно ниже ПДК по данному химическому элементу. Результаты химического анализа проб показали, что массовое содержание вносимых в ледовое 15 покрытие элементов не превышали предельно допустимых концентраций в почве и водоемах, а незначительные концентрации анионных поверхностно-активных веществ в расплавах льда (существенно ниже аналогов) указывали на применение достаточно низких концентраций модифицирующих соединений. На безопасность вносимых упрочняющих составов также указывает отсутствие превышения допустимых значений 20 показателями биологического и химического потребления кислорода. Пробы расплавов экспериментальных участков также соответствуют требованиям к воде в рыбохозяйственных водоемах. В расплавах льда их экспериментальных участков присутствуют микродозы взвешенных частиц (мраморной крошки), не представляющие опасности для окружающей среды.

25 Таким образом, внесение микродозировок модифицирующих соединений не приводит к антропогенному воздействию на почву.

Предложенный состав вносимой жидкости отличается от известных тем, что позволил существенно, более, чем на порядок, снизить содержание ПВС в создаваемом ледовом покрытии по сравнению со значениями, рекомендуемыми в аналогах.

30 Предложенные диапазоны концентраций модифицирующих компонентов в составе ледового покрытия могут обеспечить нанесение практически на любой рельеф участка, грунтовой подосновы, особенностей расположения автозимника, ожидаемой нагрузки, грузоподъёмности транспорта и т.д.

Предложенный способ позволяет использовать существующие и находящиеся в 35 распоряжении дорожных служб строительно-дорожные средства, используемые для создания и обслуживания автодорог, что упрощает внедрение технологии упрочнения ледовых покрытий в производство работ по обустройству автозимников.

Дополнительное техническое оснащение включает в себя:

- нагреваемую емкость для автоматизированного приготовления смесей модифицирующих веществ, выполненную из нержавеющей стали, объемной лопастной 40 мешалкой и насосом для вязких жидкостей;
- систему дозирования смесей модифицирующих веществ из транспортной емкости в автоцистерны, предотвращающую замерзание раствора и обеспечивающую контроль объема вносимого раствора в автоцистерны.

45 В настоящем изобретении применяется обработанная в вакууме разработанная авторами эмульсия ПЖС-4, которая содержит смесь полидиметилсилоксана и 4 % раствор поливинилового спирта в равных долях (все значения указаны в мас.%). Перед использованием компонент смеси ПЖС-4 должен быть предварительно подвергнут

обработке в вакууме при температуре менее 30°C для очистки от малоатомных спиртов, кетонов, альдегидов и использоваться должна в виде водной эмульсии с концентрацией 1,8 %. Как концентрация эмульсии, так и ее очистка вакуумной обработкой определена авторами изобретения как обязательный существенный признак заявленного изобретения.

Предварительная обработка ПЖС-4 проводится следующим образом: смесь помещают в вакуумную камеру и постепенно снижают давление в ней до 30 мм рт.ст. и выдерживают при этом давлении в вакуумной камере не менее 10 минут, что позволяет избавиться от примесей - малоатомных спиртов, кетонов, альдегидов.

Проведение исследований показало, что необработанная таким образом ПЖС-4 не обеспечивает возможность применения столь малых концентраций модифицирующих добавок, т.к. «загрязнена» остаточными примесями малоатомных спиртов, кетонов, альдегидов.

Заявленный способ нанесения ледового модифицированного покрытия для сезонных автодорог северных регионов осуществляется следующим образом. Для получения ледового модифицированного покрытия для сезонных автодорог северных регионов в емкости готовится исходный концентрированный состав с массовым содержанием компонентов, приведенным в Таблице. Концентрированный состав смеси при ее разбавлении обеспечивает получение ледового покрытия строго того состава, который указан в формуле изобретения при его разбавлении.

Одним из допустимых вариантов, подлежащих патентной охране - ледовое модифицированное покрытие без тетрабората натрия, т.е. в способе предусмотрено использование смеси для намораживания без тетрабората натрия.

Таблица

Диапазоны концентраций веществ для исходных растворов (концентрированных)

Компоненты	Количество мас %
поливиниловый спирт	от 1 до 5
тетраборат натрия	от 0 до 0,05
ПЖС-4	от 0,01 до 0,05
вода	остальное

Полученный концентрированный состав транспортируется к месту забора воды проливочными цистернами и дозируется в них таким образом, чтобы масса концентрированного раствора соотносилась с общей массой жидкости в цистерне в соотношении 1:20-1:200 в зависимости от особенностей участка. Цистерны наполняются водой из водоема, после чего производится разлив разбавленного состава на ледовую подоснову и выдержка в течение 60-180 мин перед нанесением последующего слоя. Состав для намораживания (нанесения и цистерн) имеет одинаковый состав с полученным ледовым модифицированным покрытием.

В ледовое покрытие вносят мелкодисперсную фазу, которая белым цветом способствует также снижению влияния инсоляции, например, на участках склонов, наиболее проблемных участках, подверженных разрушению в первую очередь в весеннее время. Формирование покрытия продолжается до достижения необходимой толщины модифицированного слоя, выбираемой исходя из требуемой грузоподъемности и интенсивности движения.

Пример 1. В нагреваемую емкость заливают 189,9 кг воды. При помощи нагревательных устройств воду подогревают до температуры 80°C. В разогретую воду засыпают 10 кг (5 мас.%) поливинилового спирта при постоянном механическом перемешивании раствора (с помощью автоматической лопастной мешалки). Затем

добавляют 100 г (0,05 мас.%) 1,8% водной кремнийорганической эмульсии ПЖС-4. Перемешивание концентрированного состава производят в течение 40 мин при скорости вращения мешалки 30-90 об/мин при поддержании температуры жидкости 80°C до достижения однородности состава. Предварительная обработка ПЖС-4 в вакууме при остаточном давлении в вакуумной камере 30 мм рт.ст. была проведена при температуре 22°C, что позволило избавиться от малоатомных спиртов, кетонов, альдегидов в составе эмульсии.

Приготовленный концентрированный состав модифицирующих соединений транспортировали в термоизолированных емкостях с подогревом (поддерживается температура жидкости 20°C) к месту создания ледового покрытия. В

теплоизолированную автоцистерну объемом 8 м³ производили дозированное внесение 200 кг концентрированного состава, после чего производили наполнение цистерны водой из ближайшего водоема.

Таким образом, полученные 200 кг концентрированной смеси разбавлялись в соотношении 1:40, т.е. до соответствия заявленному согласно изобретению конечному составу модифицированного ледового покрытия, мас %:

поливиниловый спирт	0,12500
тетраборат натрия	0
1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4	0,00125
вода	остальное

Проводили разлив полученного разбавленного модифицированного состава из автоцистерны на поверхность предварительно созданной ледовой подосновы с

объемным расходом жидкости 6,0 л/м². Выдержка ледового покрытия проводилась при температуре воздуха минус 25°C в течение 60 мин. Последующие разливы разбавленного модифицирующего раствора на поверхность дороги производились до достижения требуемой толщины модифицированного слоя, определяемой грузоподъемностью транспорта и интенсивностью транспортного потока. В данном примере количество последующих разливов равнялось 2.

Внесение мелкодисперсной фазы (белая мраморная крошка фракцией 0,2 мм (в другом случае - мраморный песок) с помощью разбрасывающего устройства внутрь ледового массива при его послойном структурировании, плотность распределения 100 г/м² в слое (также испытывали 200, 450, 120 г/м² в слое, которые давали равноценный результат).

Создание ледового покрытия на экспериментальном участке автозимника по предложенной технологии и рецептуре позволило сохранить его несущую способность в течение 4 недель после закрытия автозимника, в период интенсивного таяния снега и льда.

Пример 2. В нагреваемую емкость заливают 193,9 кг воды. При помощи нагревательных устройств воду подогревают до температуры 75°C. В разогретую воду засыпали 6 кг (3 %) поливинилового спирта при постоянном механическом перемешивании раствора (с помощью автоматической лопастной мешалки). Затем засыпали 60 г (0,03 %) тетрабората натрия и добавляют 60 г (0,03 мас %) 1,8% водной кремнийорганической эмульсии ПЖС-4. Перемешивание концентрированного состава производили в течение 60 мин при скорости вращения мешалки 90 об/мин при поддержании температуры жидкости 75°C до достижения однородности состава. Предварительная обработка ПЖС-4 в вакууме при остаточном давлении в вакуумной

камере 30 мм рт.ст. была проведена при температуре 22°C, что позволило избавиться от малоатомных спиртов, кетонов, альдегидов в составе эмульсии.

Приготовленный концентрированный состав модифицирующих соединений транспортировали в термоизолированных емкостях с подогревом (поддерживается

температура жидкости 21) цистерну объемом 8 м³ производили дозированное внесение 200 кг концентрированного состава, после чего производили наполнение цистерны водой из ближайшего водоема.

Таким образом, полученные 200 кг концентрированной смеси разбавлялись в соотношении 1:40, т.е. до соответствия заявленному согласно изобретению конечному составу модифицированного ледового покрытия:

поливиниловый спирт	0,07500 мас.%
тетраборат натрия	0,00075 мас.%
1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая	
эмульсия ПЖС-4	0,00075 мас.%
вода	остальное

Проводили разлив полученного разбавленного модифицирующего состава из автоцистерны на поверхность предварительно созданной ледовой подосновы с

объемным расходом жидкости 4,0 л/м². Выдержка ледового покрытия проводилась при температуре воздуха минус 25°C в течение 60 мин. Последующие разливы разбавленного модифицирующего раствора на поверхность дороги производились до достижения требуемой толщины модифицированного слоя, определяемой грузоподъемностью транспорта и интенсивностью транспортного потока. В данном примере количество последующих разливов равнялось 3.

Остальные режимы и приемы - как в примере 1.

Применение предложенного метода позволило продлить срок эксплуатации участка в течение 3 недель после закрытия автозимника, в период интенсивного таяния снега и льда, а также снизить требуемое количество основного компонента в составе при сохранении соответствующего эффекта упрочнения, что позитивно сказывается на экономических характеристиках технологии.

Дополнительно было проведено с такими же режимами использование необработанной эмульсии ПЖС-4. Химический анализ пробы показал в ледовом покрытии альдегиды, что вызвало охрупчивание образца на участке зимника даже при втрое меньшей нагрузке.

Пример 3. В нагреваемую емкость заливают 39,6 кг воды. При помощи нагревательных устройств воду подогревают до температуры 75-80°C. В разогретую воду всыпают 400 г (1 мас.%) поливинилового спирта при постоянном механическом перемешивании раствора (с помощью автоматической лопастной мешалки). Затем добавляют 4 г (0,01 мас.%) 1,8% водной кремнийорганической эмульсии ПЖС-4.

Перемешивание концентрированного состава производят в течение 50 мин при скорости вращения мешалки 90 об/мин при поддержании температуры жидкости 78°C до достижения однородности состава. Предварительная обработка ПЖС-4 в вакууме при остаточном давлении в вакуумной камере 30 мм рт.ст. была проведена при температуре 22°C, что позволило избавиться от малоатомных спиртов, кетонов, альдегидов в составе эмульсии.

Приготовленный концентрированный состав модифицирующих соединений транспортировали в термоизолированных емкостях с подогревом (поддерживается температура жидкости 20°C) к месту создания ледового покрытия. В

теплоизолированную автоцистерну объемом 8 м³ производили дозированное внесение 40 кг концентрированного состава, после чего производили наполнение цистерны водой из ближайшего водоема.

Таким образом, полученные 40 кг концентрированной смеси разбавлялись в соотношении 1:200, т.е. до соответствия заявленному согласно изобретению конечному составу смеси для формирования модифицированного ледового покрытия:

поливиниловый спирт	0,00500 мас.%
тетраборат натрия	0 мас.%
1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4	0,00005 мас.%
вода	остальное

Проводили разлив полученного разбавленного модифицирующего состава из автоцистерны на поверхность предварительно созданной ледовой подосновы с объемным расходом жидкости 6,0 л/м². Выдержка ледового покрытия проводилась при температуре воздуха минус 10°C в течение 180 мин. Последующие разливы разбавленного модифицирующего раствора на поверхность дороги производились до достижения требуемой толщины модифицированного слоя, определяемой грузоподъемностью транспорта и интенсивностью транспортного потока. В данном примере количество последующих разливов равнялось 2.

Остальные приемы использовались как в примере 1. Применение предложенной рецептуры состава для создания модифицированного покрытия позволяет обеспечить повышение износостойкости автозимника при существенно меньших затратах на модифицирующие компоненты и ориентирован на обработку дорожных покрытий автозимников при обслуживании в период эксплуатации. Твердотельный прямолинейный участок автозимника, обработанный составом по описанной рецептуре, сохранял свою несущую способность в течение 2 недель после закрытия автозимника.

Пример 4. В нагреваемую емкость заливают 379,6 кг воды. При помощи нагревательных устройств воду подогревают до температуры 75-80°C. В разогретую воду всыпают 20 кг (5 мас.%) поливинилового спирта при постоянном механическом перемешивании раствора (с помощью автоматической лопастной мешалки). Затем всыпают 200 г (0,05 мас.%) тетрабората натрия и добавляют 200 г (0,05 мас.%) 1,8% водной кремнийорганической эмульсии ПЖС-4. Перемешивание концентрированного состава производят в течение 60 мин при скорости вращения мешалки 30-90 об/мин при поддержании температуры жидкости 80°C до достижения однородности состава. Предварительная обработка ПЖС-4 в вакууме при остаточном давлении в вакуумной камере 30 мм рт.ст. была проведена при температуре 22°C, что позволило избавиться от малоатомных спиртов, кетонов, альдегидов в составе эмульсии.

Приготовленный концентрированный состав модифицирующих соединений транспортировали в термоизолированных емкостях с подогревом (поддерживается температура жидкости 23°C) к месту создания ледового покрытия. В

теплоизолированную автоцистерну объемом 8 м³ производили дозированное внесение 400 кг концентрированного состава, после чего производили наполнение цистерны водой из ближайшего водоема.

Таким образом, полученные 400 кг концентрированной смеси разбавлялись в соотношении 1:20, т.е. до соответствия заявленному согласно изобретению конечному составу смеси для формирования модифицированного ледового покрытия:

поливиниловый спирт	0,2500 мас. %
тетраборат натрия	0,0025 мас. %
1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4	0,0025 мас. %
вода	остальное

Проводили разлив полученного разбавленного состава из автоцистерны на поверхность предварительно созданной ледовой подосновы с объемным расходом жидкости 6,0 л/м². После разлитого слоя жидкости с помощью дорожной машины с разбрасывающим устройством на поверхность дороги наносилась мелкодисперсная фаза белого мраморного песка (на другом участке - крошки фракцией 0,5 мм) до достижения плотности распределения мраморного материала в ледовом модифицированном покрытии 20 г/м². Выдержка ледового покрытия проводилась при температуре воздуха минус 10°C в течение 180 мин. Последующие разливы разбавленного модифицирующего раствора на поверхность дороги производились до достижения требуемой толщины модифицированного слоя, определяемой грузоподъемностью транспорта и интенсивностью транспортного потока. В данном примере количество последующих разливов равнялось 2.

Создание модифицированного ледового покрытия по предложенному способу производилось на проблемном, выходящем из строя одним из первых, участках автозимника, расположенном на склоне. Предложенная рецептура модификаторов, а также внесение мелкодисперсной фазы - белого мраморного песка - позволили увеличить срок действия проблемного участка до 4 недель по сравнению с аналогами, в том числе за счет снижения влияния инсоляции. Испытания модифицированного ледового покрытия в условиях действующего автозимника подтвердили, что белый мраморный песок лучше иных добавок отражает солнечный свет, препятствуя таянию льда и, будучи равномерно распределённым в массиве модифицированного ледового покрытия, значительно увеличивает сцепление дорожного покрытия с колёсами автотранспорта.

Примеры практического использования предложенной технологии в натуральных условиях северных сезонных автодорог продемонстрировали существенный эффект укрепления автозимников при соответствии предложенного состава и способа заявленным согласно изобретению параметрам и режимам, а также значительные преимущества перед всеми имеющимися технологиями создания сезонных автодорог.

Таким образом, авторами впервые разработан сбалансированный состав веществ в модифицированном ледовом покрытии, определены допустимые концентрации компонентов, совместное влияние которых в смеси обеспечивает эффект эмерджентности - совместное действие выбранных соединений и режимов превосходит сумму их действий при индивидуальном использовании.

(57) Формула изобретения

1. Состав смеси для формирования модифицированного ледового покрытия на ледовой поверхности сезонной автодороги северных регионов, содержащий следующие компоненты, мас. %:

поливиниловый спирт	0,005-0,250
тетраборат натрия	0-0,0025
1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4	0,00005-0,0025
вода	остальное,

при этом 1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4

представляет собой очищенную низкотемпературной обработкой в вакууме 1,8% кремнийорганическую водную эмульсию смеси полидиметилсилоксана и 4% раствора поливинилового спирта, взятых в равных долях.

2. Способ формирования модифицированного ледового покрытия на ледовой поверхности сезонной автодороги северных регионов, включающий ее укрепление, при котором до достижения требуемой толщины слоя модифицированного покрытия проводят послойное намораживание на ледовую поверхность автодороги путем разлива с расходом 4,0-6,0 л/м² подогретого до температуры не ниже 20°C состава смеси по п. 1, выдержку каждого слоя осуществляют в течение 60-180 мин, причем при формировании каждого слоя проводят внесение мелкодисперсной фазы белого мраморного песка или мраморной крошки фракцией 0,2-0,5 мм с помощью разбрасывающего устройства до достижения плотности распределения мраморного материала в слое не более 500 г/м².