

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E01C 9/08 (2026.05)

(21)(22) Заявка: 2025132756, 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, ФГБОУ ВО "МГТУ"(НИУ), Амелина
Ксения Евгеньевна

(72) Автор(ы):

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

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
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 A1, 19.09.2000. CN
112210347 A, 12.01.2021. US 20120076581A1,
29.03.2012.(54) Состав смеси для формирования модифицированного ледового покрытия на ледовой поверхности
сезонной автодороги арктической зоны и способ формирования такого покрытия

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительству сезонных автодорог арктической зоны. Технический результат - создание модифицированных ледовых покрытий автозимников с улучшенными прочностными свойствами, повышенной стойкостью к износу и инсоляции в период повышения температуры и степени инсоляции. Состав смеси для формирования модифицированного ледового покрытия на ледовой поверхности сезонной автодороги арктической зоны содержит поливиниловый спирт и модифицирующие добавки с содержанием компонентов, мас %: поливиниловый спирт 0,05-0,50, тетраборат натрия 0-0,005, 1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4 0,0005-0,0050, пшеничный крахмал 0,02-0,20, альгинат натрия 0,001-0,010, 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 нанесения ледового модифицированного покрытия сезонных автодорог арктической зоны включает укрепление сезонной автодороги, для чего проводят послойное намораживание путем разлива подогретой до температуры не ниже 20°C смеси ледового модифицированного покрытия вышеуказанного состава, при этом разлив на поверхность дороги проводят с расходом 5,0-7,0 л/м², выдержку каждого слоя осуществляют в течение 60-180 мин, дополнительно проводят внесение в ледовое модифицированное покрытие

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 ледовом

модифицированном покрытии не более 500 г/м², повторяют все операции до достижения требуемой толщины ледового модифицированного покрытия. 2 н.п. ф-лы.

R U 2 8 6 4 6 9 6 C 1

R U 2 8 6 4 6 9 6 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E01C 9/08 (2026.05)

(21)(22) Application: **2025132756, 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,
FGBOU VO "MG TU"(NIU), 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 biudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia "Moskovskii gosudarstvennyi
tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana
(natsionalnyi issledovatel'skii universitet)" (RU)**

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

(57) Abstract:

FIELD: construction of seasonal roads in the Arctic zone.

SUBSTANCE: composition of the mixture for forming a modified ice coating on the ice surface of a seasonal highway in the Arctic zone comprises polyvinyl alcohol and modifying additives with the following component content, wt. %: polyvinyl alcohol 0.05-0.50, sodium tetraborate 0-0.005, 1.8% purified aqueous organosilicon emulsion "ПЖС-4" 0.0005-0.0050, wheat starch 0.02-0.20, sodium alginate 0.001-0.010, water is the rest, wherein 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 of applying an ice-modified coating to seasonal highways in the Arctic zone involves strengthening the seasonal

highway, for which purpose layer-by-layer freezing is carried out by pouring a coating heated to a temperature of at least 20 °C of the mixture of ice modified coating of the above composition, whereas pouring onto the road surface is carried out at a rate of 5.0-7.0 l/m², each layer is kept for 60-180 minutes, additionally a finely dispersed phase of white marble sand or marble chips with a fraction of 0.2-0.5 mm is introduced into the ice modified coating using a spreading device until the distribution density of the marble material in the ice modified coating is achieved at no more than 500 g/m², all operations are repeated until the required thickness of the ice modified coating is achieved.

EFFECT: creating modified ice coverings for winter roads with improved strength properties, increased resistance to wear and insolation during periods of high temperature and insolation.

2 cl

Изобретение относится к строительству дорожно-транспортной инфраструктуры и предназначено для создания ледовых покрытий автозимников в арктических регионах. Состав и способ пригодны и для обустройства газовых и нефтяных месторождений в районах вечной мерзлоты, а также обеспечивает обслуживание автозимников в условиях

Арктики. Использование данного изобретения позволит создавать модифицированные ледовые покрытия автозимников с улучшенными прочностными свойствами, повышенной стойкостью к износу и инсоляции в период повышения температуры и степени инсоляции, 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 (RU2759781, опуб. 17.11.2021, E01C9/08), путем укрепления слабого грунтового основания в северной

строительно-климатической зоне. Конструкция автозимника состоит из последовательно размещенных на основании мохорастительного покрова, теплоизолирующего слоя, выполненного в виде водостойкой оболочки из тканого двухслойного полимера с пористым пенопластом и уплотненного слоя снега на полотне дороги, что позволяет добиться некоторого повышения эксплуатационной надежности дорожной конструкции.

Известен также способ сооружения временного снеголедового покрытия, прокладки снеголедового дорожного полотна временных автозимников (RU2252290 опуб. 20.05.2005, E01C 9/08) для строительства зимних автодорог на снежном и ледяном покрове путем рыхления массы снежного покрова с горелками, работающими на дизельном топливе с обеспечением температуры в зоне контакта пламени со снегом

800°C-1200°C, а также последующих укладки, виброуплотнения и прикатки. Недостатком такого способа является сложность использования горелок в отдаленных районах, их обеспечения топливом, дороговизна и недолговечность покрытия при перепадах температуры: как только температура весной достигает плюсовых значений, лед без добавок интенсивно тает и автозимник «раскисает».

Известен состав искусственного льда (SU 1796650, опуб. 23.02.1993 г. C09K9/04), 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 подобные составы на основе полимера - 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 с высокими скользящими, прочностными и оптическими свойствами для спортивных сооружений, не были рассчитаны на использование в качестве усиления покрытия сезонных дорог либо были сопряжены с существенными технологическими трудностями при их практическом

5 осуществлении.
Согласно способу по патенту RU2386089 опуб. 10.04.2010, F25C 3/04, для слоя искусственного льда на катках и стадионах добавляли кремнийорганическое соединение ПЖС-4 для достижения технического результата - повышения гладкости и улучшения скольжения спортсменов и получения гладкой, блестящей, маслянистой поверхности

10 льда.
Однако все подобные составы, разработанные в конце 20-го века, не были рассчитаны на использование в качестве усиления покрытия дорог, на которых могла проходить тяжелая техника и не предназначались для массового применения в условиях Арктики. Все известные из уровня техники составы и описанные способы не были рассчитаны

15 на использование в качестве усиления покрытия дорог, по которым могла проходить тяжелая техника, и не предназначались для массового применения. Кроме того, эти способы использовали количество добавок, которое наносило вред окружающей среде, что было устранено предложенным составом покрытия и способом, которые обеспечили возможность в 10 и более раз снизить количество добавок в ледяном покрытии и

20 одновременно повысить прочность этого покрытия.

Авторами осуществлена разработка решения новой технической задачи создания долговечных автозимников - сезонных дорог в условиях Арктики. В результате проведенных авторами научных исследований было установлено, что, несмотря на вышеуказанные известные методы армирования автозимников, отсутствует технология

25 продления срока действия зимника в сезон повышения температур и инсоляции в арктической зоне.

Продление срока эксплуатации зимних автомобильных дорог - актуальная задача, связанная с перспективой разработки месторождений арктического шельфа, поскольку арктический шельф обладает обширными природными ресурсами, такими как нефть,

30 газ, минералы и рыбные запасы.

Продление срока эксплуатации зимних дорог обеспечит доступ к этим ресурсам в течение более длительного времени в году.

Создание транспортной доступности в арктической зоне также положительно повлияет на возможность проведения научных исследований в области климатологии,

35 экологии и геологии.

Авторами изобретения велись исследования в сфере теоретических основ и расчетов для укрепления арктических автозимников путем применения модификации ледового покрытия (Новый метод упрочнения ледовых массивов, формируемых в условиях естественного холода // Российский химический журнал Т.LXV. 2021. №3. С. 34-41) -

40 источник выбран в качестве ближайшего аналога - прототипа.

Недостатком прототипа является отсутствие сбалансированного состава модифицированного льда и технического решения, которое бы полостью раскрывало готовый к применению способ нанесения модифицированного ледового покрытия сезонных автодорог арктической зоны, позволяющей создать зимник - сезонную

45 автодорогу, которая не только выдерживала бы тяжелый транспорт, но значительно продлевала сезон работы зимника.

Предложенная группа изобретений решает эту задачу - зимники на 2-4 недели дольше, чем созданные всеми ранее известными способами с применением любых ранее

известных составов, что является крайне важным для возможности продлевать сезон строительства, геологоразведки и добычи полезных ископаемых в Арктике с достижением технического результата - существенного снижения количества добавок, которые в количествах согласно аналогам - вредны для природы.

5 Техническая задача, решаемая группой изобретений, - создание эффективной технологии автозимников (сезонных автодорог для арктической зоны), которая обеспечит повышение прочности, долговечности использования, пластической упругости и надежности автозимников.

10 Технический результат, обеспеченный группой изобретений, создание недорогой с небольшим расходом модификаторов технологии упрочнения зимников, которая обеспечит повышение прочности, длительности использования, пластической упругости и надежности автозимников при больших нагрузках при прохождении по ним тяжелой техники и грузов, снижение влияния инсоляции в теплый период эксплуатации, улучшение сцепления автомобильных шин с ледовой поверхностью, купирование развития трещин
15 в ледовой матрице, минимизацию количества и объема сколов, снижение количества расходуемых материалов - модифицирующих соединений, улучшение сцепления автомобильных шин с ледовой поверхностью, т.е. повышение технологических характеристик сезонных автодорог Арктики.

20 Технический результат достигается следующими предложенными сбалансированным и испытанным составом и апробированным (что будет показано далее) способом.

Состав смеси модифицированного ледового покрытия ледовой поверхности сезонной автодороги арктической зоны, содержащий следующие компоненты, мас. %:

25	поливиниловый спирт	0,05 - 0,50,
	тетраборат натрия	0 - 0,005,
	1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая	
	эмульсия ПЖС-4	0,0005 - 0,0050,
	пшеничный крахмал	0,02 - 0,20,
	альгинат натрия	0,001 - 0,010,
	вода	остальное,

30 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 ледовой поверхности сезонной автодороги арктической зоны, включающий ее укрепление, при котором до
35 достижения требуемой толщины слоя модифицированного покрытия проводят послойное намораживание на ледовую поверхность автодороги путем разлива с расходом 5,0-7,0 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
40 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.

Осуществление изобретения включает такую последовательность.

- 45 • Подготовка ледовой подосновы (проминка, прокатка, проливка водой).
- Приготовление водной смеси модифицирующих соединений предлагаемого состава.
- 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 10-20 раз превышает конечный состав ледового модифицированного покрытия автозимника.

• Дозирование концентрированного состава в проливочные автоцистерны, разбавление с водой в допустимых для данного изобретения пропорциях 1:10-1:20 в зависимости от особенностей участка дороги.

• Нанесение разбавленного модифицированного состава на поверхность дороги, объемный расход жидкости следует держать строго в пределах 5,0-7,0 л/м² иначе пострадает равномерность модифицированного слоя, что согласно проведенным авторами исследованиям приведет к растеканию модифицированного слоя, излишнему подплавлению предыдущего слоя льда и недостаточно равномерному распределению состава по высоте создаваемого ледового массива.

• Выдержка ледового покрытия продолжительностью 60-180 мин в зависимости от климатических условий производства работ по намораживанию проводится:

- 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 раствора 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, что позволило снизить влияние инсоляции в весенний период эксплуатации и продлить срок службы на 2-4 недели по сравнению со всеми известными технологиями-аналогами, в том числе по сравнению с прототипом

При увеличении несущей способности армированных ледовых переправ, обеспечение более раннего запуска ледовых переправ и автозимников в эксплуатацию с меньшей толщиной ледового массива. При этом достигается расширение длительности эксплуатации автозимников и ледовых переправ большегрузным автотранспортом. Снижается потребность в проведении дополнительных проливов при обслуживании дорожного покрытия автозимников и ледовых переправ. Наиболее перспективным является укрепление проблемных участков автозимников, подверженных износу и выходу из строя в первую очередь и являющихся причиной прекращения эксплуатации всего автозимника.

Указанные 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.

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 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 в тех случаях, когда необходимо дополнительное упрочнение. Именно поэтому при необходимости состав может содержать тетраборат натрия. Однако предложенный состав может использоваться в варианте, когда эта добавка отсутствует.

Кремнийорганическая мелкодисперсная эмульсия в случае ее вакуумной обработки при низкой температуре активно способствует режеляции возникающих в ледовой матрице трещин и повреждений. Кроме того, именно очищенная обработкой в вакууме ПЖС-4 кремнийорганическая мелкодисперсная эмульсия значительно снижает пенообразование при приготовлении раствора, что снижает количество воздушных включений в ледовом покрытии и благоприятно влияет на однородность свойств получаемого состава.

Одним из наиболее доступных и широко применяющихся в различных отраслях промышленности природным водорастворимым биополимером является картофельный крахмал, известный своей способностью повышать прочность ледовой матрицы. Крахмалы, полученные из различного сырья, характеризуются различным соотношением фракций полисахаридных цепочек - амилопектина и амилозы.

Но авторами установлено, что именно пшеничный крахмал ввиду повышенного содержанием амилозы в сочетании с обработанным ПЖС-4 оказывает большее влияние на прочность получаемого ледового материала, одновременно позволяя существенно уменьшить общий расход модифицирующих добавок. Использование смеси для ледового покрытия зимников в Арктике предложенного качественного и количественного состава приводит к образованию плотной пространственной структуры в ледовой матрице, при этом за счет доступности и дешевизны пшеничного крахмала также значительно снижается стоимость упрочняющего состава.

Альгинат натрия представляет собой полиэлектролитное соединение, являющееся солью альгиновой кислоты, добываемой выделением из морских водорослей, и используется в качестве загустителя. В комплексе с пшеничным крахмалом альгинат натрия образует биорастворимые (что важно для экологии арктической зоны) полимерные пленки повышенной прочности, благодаря их хорошей структурной совместимости и равномерного распределения между собой на макроуровне.

Применяемые в рамках технологии создания модифицированного ледового массива вещества экологически безопасны по отношению к окружающей среде. Оценка воздействия антропогенного влияния на окружающую среду, проведенная после завершения эксплуатации модифицированного участка арктического автозимника Лабытнанги-Мужи в ЯНАО в 2025 году, созданного по настоящей технологии, включала сбор проб почвы и расплавов ледового покрытия с экспериментального и штатного участков автозимника. Результаты химического анализа проб показали, что массовое содержание вносимых в ледовое покрытие элементов не превышали предельно допустимых концентраций в почве и водоемах, а незначительные концентрации анионных синтетических поверхностно-активных веществ в расплавах льда, что существенно ниже известных аналогов, и указывали на применение низких концентраций модифицирующих соединений. На безопасность вносимых упрочняющих составов также указывает отсутствие превышения допустимых значений показателями биологического и химического потребления кислорода. Пробы расплавов ледового покрытия на экспериментальном участке полностью соответствовали требованиям к воде в рыбохозяйственных водоемах.

В расплавах льда их экспериментальных участков присутствуют микродозы взвешенных частиц (мраморной крошки), не представляющие опасности для окружающей среды.

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

Раствор отличается от известных тем, что позволил существенно снизить содержание ПВС и других компонентов в создаваемом ледовом покрытии значительно ниже значений, достигаемых в аналогах.

Разные соотношения допустимых концентраций модифицирующих компонентов (согласно п.1 формулы) в составе ледового покрытия допустимо варьировать от минимальной до увеличенной концентрации, например, увеличивая ее в рамках заявленного диапазона для «слабой» грунтовой подосновы и т.д.

Предложенный способ ориентирован на применение любых автотехнических средств, используемых дорожными службами 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 раствора модифицирующих веществ, выполненную из нержавеющей стали, объемной лопастной мешалкой и насосом для вязких жидкостей;

- систему дозирования состава модифицирующих веществ из транспортной емкости в автоцистерны, предотвращающую его замерзание и обеспечивающую контроль объема вносимой смеси в автоцистерны.

- В настоящем изобретении применяется обработанная в вакууме разработанная авторами эмульсия ПЖС-4, которая содержит смесь полидиметилсилоксана и 4 % раствор поливинилового спирта в равных долях. 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 ведется так: смесь выдерживают при остаточном давлении в вакуумной камере не более 30 мм рт.ст., 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 применения ледового модифицированного покрытия для сезонных автодорог арктической зоны осуществляется следующим образом. Для получения ледового модифицированного покрытия для сезонных автодорог Арктики 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.

В емкости готовится исходный концентрированный раствор, который потом можно разбавить от 1:10 до 1:20 для получения заявленного конечного состава для нанесения ледового модифицированного покрытия для сезонных автодорог арктической зоны. Диапазоны концентраций веществ для исходных составов (концентрированных, до

разбавления) для загрузки в исходную емкость приведены в Таблице.

Таблица

Количества компонентов - веществ для исходных концентрированных составов

5	Компоненты	Количество, мас %
	поливиниловый спирт	от 1 до 5
	тетраборат натрия	от 0 до 0,05
	ПЖС-4	от 0,01 до 0,05
	пшеничный крахмал	от 0,4 до 2
	альгинат натрия	от 0,02 до 0,1
10	вода	остальное

Пример 1. В исходную емкость отмеряют 1 кг (1 мас.%) поливинилового спирта, тетрабората натрия 0,001 кг (0,01 мас.%) и такое же количество 1,8%-ной очищенной водной кремнийорганической эмульсии ПЖС-4с концентрацией, равной 1,8%, пшеничного крахмала 0,4 кг и альгината натрия 0,02 кг. Всего модифицирующих добавок 1,44 мас.% (1,44 кг), остальное доливается водой до 100 мас.% (до 100 л с учетом того 1 л воды весит 1 кг). Этот концентрированный состав предназначен для разбавления перед нанесением заявленным способом. Состав был разбавлен в соотношении 1:20. Состав и концентрация смеси для заливки в цистерны аналогичны составу в полученном ледовом модифицированном покрытии.

Предварительно очищенная обработанная в вакууме эмульсия ПЖС-4 представляет собой водный раствор полидиметилсилоксана и 4 % раствора поливинилового спирта, взятых в равных долях (все значения указаны в мас.%). Предварительная обработка ПЖС-4в вакууме при остаточном давлении в вакуумной камере 30 мм рт.ст. была проведена при температуре 22°C, что позволило избавиться в ПЖС-4 и итоговом составе от малоатомных спиртов, кетонов, альдегидов.

Далее проводили подготовку ледовой подосновы - проминка, прокатка, проливка водой. Приготовленный концентрированный состав модифицирующих соединений транспортировали в термоизолированных емкостях с подогревом (поддерживается температура жидкости 20°C) к месту создания ледового покрытия. Концентрированный состав разбавили водой в пропорциях от 1:20 в проливочные автоцистерны. В других экспериментах в зависимости от особенностей участка дороги: сложные «слабые» участки заливали более концентрированным составом.

Разбавленный модифицированный раствор состава, который указан выше, заливали на поверхность дороги, объемный расход жидкости 7,0 л/м² на поверхности дороги, температура состава 20°C. Выдержка ледового покрытия проводилась продолжительностью при температуре воздуха минус 11°C 180 мин.

Повторный разлив разбавленного модифицированного раствора на поверхность дороги и повторение до достижения требуемой толщины модифицированного слоя, определяемой грузоподъемностью транспорта и интенсивностью транспортного потока проводилось 5 раз.

Внесение мелкодисперсной фазы - белый мраморный песок обеспечило снизить влияние инсоляции и увеличить срок действия зимника до 4 недель, что было испытано во всех экспериментах и подтверждено, что является существенным признаком: именно авторами установлено, что данный необычный для технологии зимников материал, ввиду его белого стабильного цвета является крайне важным. Именно этот материал лучше иных добавок отражает солнечный свет, препятствуя таянию льда. Он рассыпается с помощью разбрасывающего устройства и распределяется внутри ледового массива при его послойном нанесении, плотность распределения мраморного материала

может быть (в дополнительных экспериментах не более 500 г/м² (испытывали также 4, 10, 50, 150, 400, 500 г/м² в слое в зависимости от особенностей участка дороги, а большая, чем 500 г/м² плотность нерациональна в силу неоправданного увеличения количества доставляемой мраморной крошки, что затратно, в особенности в арктических условиях.

Пример 2. Данный пример иллюстрирует (согласно формуле) предусмотренный и опробованный авторами вариант изобретения, когда в условиях северных регионов достигается такой же технический результат и без тетрабората натрия (т.е. когда его количество равно 0 мас. %). В исходную емкость отмеряли 3 кг (3 мас. %) поливинилового спирта и 0,03 кг (0,03 мас. %) водной эмульсии ПЖС-4 с концентрацией, равной 1,8%. пшеничного крахмала 2 кг и альгината натрия 0,1 кг.

Всего модифицирующих добавок 5,13 мас. % (5,13 кг), остальное доливается водой до 100 мас. % (до 100 л с учетом того, что 1 л воды имеет массу 1 кг). Этот концентрированный состав предназначен для разбавления перед нанесением заявленным способом. Состав был разбавлен в соотношении 1:10 и соответствует предложенному составу ледового модифицированного покрытия.

Предварительно обработанная эмульсия ПЖС-4 представляла собой водный раствор полидиметилсилоксана и 4 % раствора поливинилового спирта, взятых в равных долях. Предварительная обработка ПЖС-4 в вакууме при остаточном давлении в вакуумной камере 30 мм.рт.ст. была проведена при температуре 22°C. Химический анализ после обработки подтвердил отсутствие в ПЖС-4 и ледовом покрытии малоатомных спиртов, кетонов, альдегидов.

При заливке на поверхность дороги, объемный расход жидкости 5,0 л/м², полученные 100 литров концентрированной смеси (1 литр воды имеет массу 1 килограмм, т.к. при стандартных условиях плотность воды около 1000 кг/м³) были разбавлены до соответствия заявленному согласно изобретению конечному составу перед использованием при заливке. В данном примере выдержка проводилась для Т от минус 15°C в течение 90 мин (и в аналогичных экспериментах также и 95, и 170 мин), (а в эксперименте с температурами - ниже минус 20°C выдержку проводили в течение более короткого времени, но не менее 60 мин. Эксперименты с выдержкой менее 60 мин (40, 50, и даже 55 минут доказали недостаточное время для застывания модифицированного покрытия. Для получения более толстого слоя покрытия намораживание слоев повторяли 2 раза. Разница в толщине связана с решаемыми техническими задачами автозимников Арктики - чем более насыщенное движение на участке, тем большее количество слоев намораживали.

Внесение мелкодисперсной фазы в верхний слой модифицированного покрытия - белая мраморная крошка - было испытано в экспериментах и подтверждено, что фракция от 0,2 до 0,5 мм является существенным признаком для снижения влияния инсоляции ввиду его белого стабильного цвета и такой дисперсности.

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.

Пример 3. (сравнительный) Все режимы и составы по Примеру 1, но предварительная обработка ПЖС-4 не проводилась. В ПЖС-4 и ледовом покрытии обнаружены следы альдегидов, что отрицательно повлияло на повышение хрупкости зимника - ухудшение износостойкости ледового покрытия.

Пример 4. (сравнительный) Все по Примеру 2, но предварительная обработка ПЖС-4 не была проведена и в ПЖС-4, как и во всем ледовом модифицированном покрытии обнаружены следы кетонов, что впоследствии также проявилось в снижении износостойкости ледового покрытия.

Примеры показали, что при соответствии предложенного состава и способа для укрепления автозимников заявленным согласно изобретению параметрам и режимам (что авторами испытано в реальных условиях арктической зоны), получены 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 арктической зоны, содержащий следующие компоненты, мас. %:

поливиниловый спирт	0,05 - 0,50
тетраборат натрия	0-0,005
1,8%-ная очищенная водная кремнийорганическая эмульсия ПЖС-4	0,0005-0,0050
пшеничный крахмал	0,02-0,20
альгинат натрия	0,001-0,010
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 арктической зоны, включающий ее укрепление, при котором до достижения требуемой толщины слоя модифицированного покрытия

проводят послойное намораживание на ледовую поверхность автодороги путем разлива с расходом 5,0-7,0 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.

10

15

20

25

30

35

40

45