

УДК 625.768.5.08

## АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА СНЕГОЛЕДОВЫХ ДОРОГ ПРИ ПОМОЩИ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

**Мерданов Ш.М., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М.**

*ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Тюмень,  
e-mail: tts@tsoгу.ru*

В работе проведен анализ вибрационного воздействия на снег и анализ схем строительства снежоледовых дорог с помощью серийных машин, а также специальных виброуплотнительных машин. Определено, что в условиях крайнего севера есть необходимость для строительства снежоледовых дорог для обеспечения материалами, различным специальным оборудованием, строительной техникой и продовольствием, для строительства и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. При этом в большинстве случаев используются серийные машины и есть определенные тенденции для создания специальных машин для строительства снежоледовых дорог. Перспективно осуществлять модернизацию машин для уплотнения снега под необходимые условия строительства снежоледовых дорог в условиях крайнего севера. Решение в этом случае учитывает общие тенденции развития конструкций машин для уплотнения снега с помощью вибрации. При этом использование вибрации в машинах для уплотнения снега позволит получить необходимую плотность снега. Эффект от внедрения результатов определяется за счет уменьшения количества используемой техники при строительстве снежоледовых дорог и соблюдения ВСН 137-89 Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока России.

**Ключевые слова:** машина для уплотнения снега, снежоледовая дорога, строительство, вибрационные машины

## ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY SNOWROAD WITH VIBRATING MACHINES

**Merdanov S.M., Kostyrchenko V.A., Madyarov T.M.**

*Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: tts@tsoгу.ru*

The paper analyzes the impact of vibration on the snow and analyzing the schemes of construction of snow ice roads with the help of mass-produced cars, as well as special vibration sealing machines. Specifically, in the Far North there is a need for the construction of snow ice roads for materials, different, special equipment, construction equipment, and food, construction and operation of oil and gas fields. This method is used in most production vehicles, and there are certain tendencies to create a special-purpose machines for the construction of ice roads of snow. Promising to carry out modernization of machines for packing the snow under the necessary conditions for the construction of snow ice roads in the Far North. The solution in this case takes into account the general trends of designs of machines for snow compacting by vibration. The use of vibration in machines for compacting snow, will yield the desired density of the snow. The effect of the implementation of the results is determined by reducing the amount of equipment used in the construction of ice roads and snow adherence VSN 137-89 Design, construction and maintenance of winter roads in Siberia and North-East of Russia.

**Keywords:** machine for packing snow, snow ice road, construction, vibrating machines

Сооружение и поддержание состояния снежоледовых дорог в условиях Крайнего Севера в течение всего срока их эксплуатации имеют стратегическое значение для месторождений нефти и газа.

В период эксплуатации снежоледовых дорог необходимо реализовать следующие показатели: массу и габариты транспортных средств, скорость и интенсивность движения, обеспечение безопасности и непрерывности движения. Изменения указанных показателей оказывают влияние на техническое состояние транспортных средств [1].

В результате анализа данных Гидрометецентра России выявлено, что по Тюменской области число дней с метелью в год – 130, объем снежопереноса на 1 метр дороги – 1000 м<sup>3</sup>, высота снежного покрова 30–50 см. Это указывает на возможность строительства снежоледовых дорог.

Основной расход идет на строительство снежоледовых дорог. Этот вопрос актуален для всех стран с природными зонами: тайги, тундры, арктической пустыни. Это такие страны, как: Россия, США, Канада, Дания, Норвегия, Финдландия.

В зависимости от ландшафта (болотистая местность, горная) наличие растительности и естественных и искусственных водоемов приводит к усложнению строительства снежоледовых дорог и приводит к повышению трудоемкости работ. В соответствии с изложенным поставлена цель: повышение эффективности машин для строительства снежоледовых дорог в сложных условиях Крайнего Севера [2].

Для строительства снежоледовых дорог используются серийные машины или специализированные машины, выполняющие одновременно (по совмещению технологии) увлажнение и перемешивание, уплот-

нение и рифление дорожного полотна. Выбор метода производится в зависимости от технологии и оснащённости предприятия, осуществляющего строительство дороги. Очевидно, что трудоёмкость выполнения работы специальными комплектами машин эффективнее, чем комплексом серийных машин [3].

Качество строительства снежоледовых дорог зависит от используемых машин и рабочих органов, основными из которых являются вездеходы, плужные, шнекороторные и фрезерные снегоочистители, автогрейдеры, машины и оборудование для увлажнения, разравнивания и уплотнения снега, снегогладилки, снегоперемешиватели, пневмокотки, виброуплотнители, автомобили-водозовы. Такое количество машин обосновано спецификой выполняемых работ [4].

К основным показателям качества строительства дорог относятся:

- ширина дороги;
- толщина уплотнённого слоя снега на дороге;
- сроки окончания работ.

Для изменения этих показателей должны использоваться специальные машины. Основные схемы сооружения снежоледовых дорог представлены ниже (рис. 1, 2).

Способ послойного наращивания дорожного полотна включает проминку и промораживание основания дороги (I) (рис. 1), разравнивание снега (II) с последующим наращиванием на его поверхности снежоледового полотна толщиной, достаточной для того, чтобы уровень проезжей части дороги был выше поверхности окружающего снежоледового покрова (III). Это предотвращает заметание дорожного полотна во время очень частых зимних поземок. Сначала по обе стороны дороги вдоль оси её проезжей части подготавливаются снежоледовые полосы, как место сбора строительной снежоледовой массы, затем производится наброска снега в полотно дороги при одновремен-

ном его увлажнении (IV) с уплотнением (V) и выравниванием (VI) полотна [5].

Механизация комплекса позволяет реализовать следующие операции: (I) – расчистка трассы от кустарников, леса; (II) – проминка сырых участков и неглубоких болот вдоль дорожной и снежоледовых полос с помощью вездеходных машин с низким удельным давлением ходовых систем; (III) – промораживание дорожного основания с удалением выпадающего снега в накопительные валы на снежоледовых полосах с помощью плужных снегоочистителей и бульдозеров или прокалывание грунта с помощью машины для формирования лунок в грунте с целью ускорения процесса промораживания основания; (IV) – послойное наращивание полотна дороги снегом со снежоледовых полос до отметки, превышающей отметку окружающего снежоледового покрова; (V) – увлажнение (с применением поливочных машин или с применением разработанных термоувлажняющих машин и агрегатов) и профилирование накопленного снега по основанию дорожного полотна; (VI) – послойное уплотнение снега прицепными пневмокотками или гладилками с предварительным рыхлением и перемешиванием уплотняемого слоя с помощью ребристых катков; (VII) – формирование снежоледового покрытия, нанесение на покрытие насечки противоскольжения; (VIII) – наращивание или восстановление дорожного полотна при необходимости, устройство дорожной обстановки [5].

Операции в технологической схеме могут различаться в зависимости от района строительства.

Анализ схем возведения снежоледовых дорог показал, что при действующих методах возведения дорог происходят большие трудозатраты. Необходимо, чтобы строительство проводилось с помощью специальных машин для упрощения технологии и увеличения экономической эффективности.

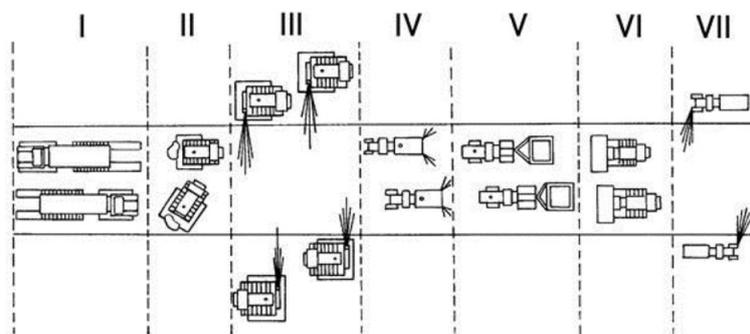


Рис. 1. Технология возведения снежоледовой дороги серийными машинами

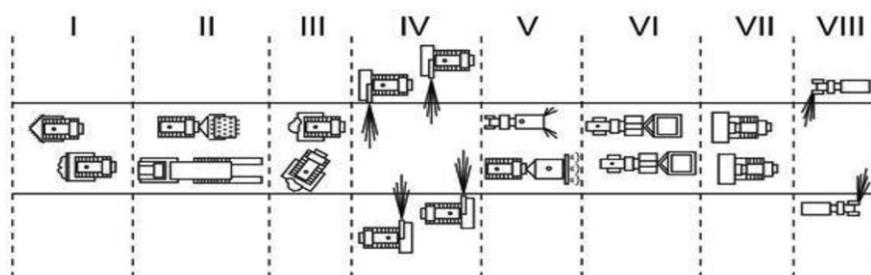


Рис. 2. Технологии возведения снеговой дорожки серийными машинами

Для решения данного вопроса необходимо создать новую или модернизировать существующую машину или навесное оборудование для уплотнения снега. Рассмотрим существующие патенты.

Патент RU 2373326 E01H4/00. Авторы: Мерданов Шахбуба Магомедкеримович, Закирзаков Годиль Газизьянович, Шитый Василий Петрович, Анфилофьев Антон Сергеевич. Заявитель: государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет». Устройство для уплотнения снега. Устройство относится к машинам для уплотнения снежной массы при поточном строительстве снеговых дорог в северных районах. Рабочий орган выполнен в виде двух секций. Секции соединены шарнирно. Шарнир дает возможность поднятия второй секции относительно уплотняемой поверхности. На первой секции установлены два гидроцилиндра, которые обеспечивают поднятие второй секции. Достигается повышение качества уплотнения снеговой дорожки, а вибрационное воздействие позволяет сократить время на достижение необходимой плотности снега.

Патент RU 2156845 E01H/00. Авторы: Котельников В.В., Карнаухов Н.Н., Мерданов Ш.М., Иванов А.А., Закирзаков Г.Г. Заявитель: государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет». Устройство для уплотнения снега. Устройство относится к машинам для уплотнения снежной массы при поточном строительстве снеговых дорог в северных районах. Устройство содержит две секции в виде рам и закрепленные на них лыжи. Секции соединены шарнирно. Шарнир дает возможность независимого перемещения секций относительно друг друга в вертикальной плоскости. Длина лыжи второй секции и ее вес боль-

ше, чем у лыжи первой секции. На раме 2-й секции установлены два стабилизатора для удерживания волокуши на полотне формируемой дорожки. Технический результат – повышение интенсивности и качества процесса уплотнения снеговой дорожки дорожного полотна за счет изменения усилий воздействия уплотняющего органа первой и второй секций на уплотняемую поверхность по величине удельного давления и продолжительности воздействия [6].

Патент RU 59671U8 E04H4/00. Автор: Устюгов Дмитрий Николаевич. Заявитель: Устюгов Дмитрий Николаевич. Установка для строительства снежноуплотненных дорог и взлетно-посадочных полос. Предложена установка, содержащая установленный между передней и задней опорами, по меньшей мере, один тепловой модуль, в виде открытой снизу коробки с установленными на ней источниками тепла, а также устройство для статического и динамического уплотнения увлажненного снега. В отличие от известных установок, предложенная дополнительно содержит устройство для предварительного перед прогревом уплотнения сухой снежной массы и проделывания в ней борозд глубиной 0,01...0,2 метра, например, с помощью свободно вращающихся дисков. Установка содержит средства для регулирования степени уплотнения сухого снега и параметров борозд, например их глубины и ширины. Для повышения однородности свойств дорожного покрытия по ширине предложено устанавливать рабочие органы устройств для проделывания борозд с переменным шагом, а также оснащать установку устройствами для дополнительного повторного уплотнения и проделывания борозд в увлажненном снегу, по меньшей мере, перед одним из тепловых модулей. Установка более экономична из-за повышения КПД прогрева благодаря улучшению условий удаления воды с поверхности снега и снижению теплопотерь на испарение сне-

га с поверхности. Установка предназначена для использования при прокладке дорог по неподготовленным трассам, то есть трассам, где не вырубается кустарник и не удаляется моховой покров. Его применение снижает до минимума повреждение и загрязнение топливом растительного покрова [7].

Патент RU 2547766 С1 Е01Н4/00. Авторы: Шаруха Александр Викторович, Шитый Василий Петрович, Спиричев Михаил Юрьевич. Заявитель: государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный нефтегазовый университет». Устройство для увлажнения снега. Изобретение относится к области строительства и эксплуатации дорог и аэродромов, подготавливаемых методом уплотнения снега. Устройство содержит базовую машину, ходовое оборудование которой представляет собой два соосных шнека противоположного вращения. Шнеки состоят из полых цилиндров, на которые навито клиновидное резьбовое ребро. На поверхности шнеков выполнены отверстия, через которые осуществляется подача пара для увлажнения снега. Обеспечивается увлажнение снега с одновременным перемешиванием ходовым оборудованием при движении по снежному полотну.

Патент RU 2459031 С2 Е01Н4/00. Авторы: Поляков Сергей Петрович, Харитонов Виктор Витальевич. Заявитель: государственное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт». Устройство для уплотнения снега. Изобретение относится к строительной технике и может быть использовано для уплотнения снега. Устройство включает платформу с грузом, на днище платформы посередине вдоль направления ее перемещения располагается полоз. Полоз представляет собой клин шириной в несколько раз меньшей, чем ширина платформы, длиной, совпадающей с длиной платформы, и высотой, линейно возрастающей от нуля на переднем конце платформы до некоторого значения на заднем конце платформы. Обеспечивается создание снежной поверхности повышенной прочности на большой площади и возможность буксирования устройства по рыхлому снегу за пределами уплотняемой площадки [9].

Патент RU 2010132020 А Е01Н4/00. Авторы: Поляков Сергей Петрович, Харитонов Виктор Витальевич. Заявитель: государственное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт». Устройство для уплотнения снега. Устройство для уплотнения снега, включающее платформу с балластным

грузом, отличающееся тем, что на днище платформы посередине вдоль направления ее перемещения установлен полоз, представляющий собой клин шириной в несколько раз меньшей, чем ширина платформы, длиной, совпадающей с длиной платформы, и высотой, линейно возрастающей от нуля на переднем конце платформы до некоторого значения, определяемого средней скоростью тягача, на заднем конце платформы [10].

С целью соблюдения ВСН 137-89 «Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока России», плотность снега должна составлять от 50 до 55 г/см<sup>3</sup>. Такой плотности можно добиться только с помощью применения вибрационного воздействия.

Для этого необходимо начать производить машины для виброуплотнения снега с целью строительства снежоледовых дорог на территории Российской Федерации.

#### Список литературы

1. Егоров А.Л., Мерданов Ш.М., Черняков Е.Н., Чернякова О.О. Комплект машин для строительства временных зимних дорог // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: [www.science-education.ru/111-10201](http://www.science-education.ru/111-10201).
2. Карнаухов Н.Н., Мерданов Ш.М., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Уплотняющая машина с дополнительным рабочим органом // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9-2. – С. 236-239.
3. Колунина В.А., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Проектирование машины для содержания и ремонта временных зимних дорог на базе снежоболотохода «СТРАННИК» // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства. Материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень, 2015. – С. 150-153.
4. Мадьяров Т.М., Мерданов Ш.М., Костырченко В.А. Устройство для ремонта автозимников // Интестроймех 2014. Материалы Международной научно-технической конференции. – Самара, 2014. – С. 229-232.
5. Мадьяров Т.М., Костырченко В.А., Шаруха А.В., Спиричев М.Ю. Влияние зимних дорог на жизнедеятельность растений крайнего севера // Нефть и газ Западной Сибири. Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию Тюменского индустриального института. – 2013. – С. 53-59.
6. Мерданов Ш.М., Костырченко В.А. Анализ технологий сооружения автозимников на болотистых основаниях // Проблемы эксплуатации систем транспорта. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Тюменский государственный нефтегазовый университет. Институт транспорта. – 2009. – С. 203-205.
7. Мерданов Ш.М., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Проектирование вибрационного катка для строительства временной зимней дороги // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства. Материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень, 2015. – С. 207-209.
8. Мерданов Ш.М., Спиричев М.Ю., Шаруха А.В., Егоров А.Л. Технология строительства снежоледовых дорог // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: [www.science-education.ru/111-10427](http://www.science-education.ru/111-10427).
9. Мерданов Ш.М., Сысоев Ю.Г., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Машина для ремонта временных зимних дорог // Инженерный вестник Дона. – 2014. – Т. 29, № 2. – С. 101.

10. Серебренников А.А., Мерданов Ш.М., Мадьяров Т.М., Костырченко В.А. Прицепной агрегат для уплотнения дорожных насыпей // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 9–2. – С. 304–308.

### References

1. Egorov A.L., Merdanov M.Sh., Chernjakov E.N., Chernjakova O.O. Komplekt mashin dlja stroitelstva vremennyh zimnih dorog // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2013. no. 5; URL: [www.science-education.ru/111-10201](http://www.science-education.ru/111-10201).

2. Karnauhov N.N., Merdanov Sh.M., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Uplotnjajushhaja mashina s dopolnitelnym rabochim organom // *Fundamentalnye issledovanija*. 2015. no. 9–2. pp. 236–239.

3. Kolunina V.A., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Proektirovanie mashiny dlja sodержanija i remonta vremennyh zimnih dorog na baze snegobolotohoda «STRANNIK» // *Nazemnye transportno-tehnologicheskie komplekсы i sredstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Tjumen, 2015*. pp. 150–153.

4. Madjarov T.M., Merdanov Sh.M., Kostyrchenko V.A. Ustrojstvo dlja remonta avtozimnikov // *Interstrojmeh*. 2014. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Samara, 2014*. pp. 229–232.

5. Madjarov T.M., Kostyrchenko V.A., Sharuha A.V., Spirichev M.Ju. Vlijanie zimnih dorog na zhiznedejatelnost

rastenij krajnego severa // *Neft i gaz Zapadnoj Sibiri. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, posvjashhennoj 50-letiju Tjumenskogo industrialnogo instituta*. 2013. pp. 53–59.

6. Merdanov Sh.M., Kostyrchenko V.A. Analiz tehnologij sooruzhenija avtozimnikov na bolotistyh osnovanijah // *Problemy jekspluatacii sistem transporta. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Tjumenskij gosudarstvennyj neftegazovyj universitet. Institut transporta*. 2009. pp. 203–205.

7. Merdanov M.Sh., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Proektirovanie vibracionnogo katka dlja stroitelstva vremennoj zimnej dorogi // *Nazemnye transportno-tehnologicheskie komplekсы i sredstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Tjumen, 2015*. pp. 207–209.

8. Merdanov Sh.M., Spirichev M.Ju., Sharuha A.V., Egorov A.L. Tehnologija stroitelstva snegoledovyh dorog // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2013. no. 5; URL: [www.science-education.ru/111-10427](http://www.science-education.ru/111-10427).

9. Merdanov Sh.M., Sysoev Ju.G., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Mashina dlja remonta vremennyh zimnih dorog // *Inzhenernyj vestnik Dona*. 2014. T. 29, no. 2. pp. 101.

10. Serebrennikov A.A., Merdanov Sh.M., Madjarov T.M., Kostyrchenko V.A. Pricepnoj agregat dlja uplotnenija dorozhnyh nasypej // *Fundamentalnye issledovanija*. 2015. no. 9–2. pp. 304–308.