

УДК 625.768.5.08(043)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РОТОРНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Костырченко В.А., Мерданов Ш.М., Обухов А.Г., Мадьяров Т.М.

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,

Тюмень, e-mail: tts@tsoгу.ru

Рассмотрен способ разработки мерзлых грунтов посредством внедрения СВЧ-энергии в конструкцию роторного экскаватора. Проведен патентный анализ, позволивший выявить проблему при разработке мерзлых грунтов. Данные достоинства в существующих конструкциях были учтены при проектировании рабочего органа для разработки мерзлых грунтов. Предложенная конструкция включает в себя направляющие козырьки, которые закреплены на выпуклой поверхности дугообразного излучателя и расположены над его щелями. Роторный рабочий орган включает два кольца-обечайки, между которыми на перекладинах укреплены режущие инструменты. Кольца связаны зубчатыми передачами с платформой, к которой прикреплен дугообразный излучатель. Последний связан кабелями с генераторами СВЧ-энергии. Разогрев грунта осуществляется непрерывно направленными послойно-горизонтальными слоями. Это повышает эффективность разработки за счет концентрации энергии.

Ключевые слова: роторный рабочий орган, снег, грунт, строительство дорог, СВЧ-энергия, излучатель

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE BODY IN THE ROTARY FROZEN GROUND EXCAVATION

Kostyrchenko V.A., Merdanov S.M., Obukhov A.G., Madyarov T.M.

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

The way of the development of frozen soil by introducing microwave energy into the design of bucket wheel excavator. An analysis of the patent, which allowed to identify the problem in the development of frozen soil. These advantages in existing structures were taken into account in the design of a working body for frozen soil. The proposed design includes guides visors, which are fixed to the convex surface of the arc-shaped radiator and is located over its slots rotary actuator includes two ring-shell between them on the bar reinforced cutting tools. Ring gears are connected to the platform, which is attached to the arc-shaped emitter. Last cables connected to generators of microwave energy. Warming the soil is carried out continuously in layers-directed horizontal layers. This enhances development efficiency due to energy concentration.

Keywords: rotary actuator, snow, gravel, road construction, the microwave energy, emitter

Освоение новых месторождений нефти и газа в районах Крайнего Севера и Арктики невозможно осуществить без разработки мерзлых грунтов. Для повышения эффективности машин для земляных работ необходимо адаптировать существующие рабочие органы машин или создавать новые конструкции. На сегодняшний день является более актуальной модернизация существующих рабочих органов, что подтверждается опытом предыдущих разработок. В современных экономических условиях, в связи с ростом уровня механизации процессов при разработке мерзлых грунтов, проблема рационального использования машин приобретает высокую актуальность. При этом следует принимать во внимание тот факт, что прибыль, получаемая предприятиями, пропорциональна эффективности использования их основных фондов, а именно их парков машин.

Существенным недостатком является отсутствие методики, позволяющей выбирать рациональные варианты эксплуатации парка специальных машин для разработки мерзлых грунтов на основе экономических критериев, учитывающих влияние различных

эксплуатационных факторов, что обуславливает сложность решения многих задач оптимизации использования парков машин и внедрения рациональных вариантов в практику эксплуатации. Поэтому создание и использование имитационной модели процессов разработки мерзлых грунтов, основанное на современных математических методах и применении ЭВМ, является актуальными научными задачами, т.к. на территории РФ преобладают местности Крайнего Севера с вечномерзлыми грунтами (рис. 1), отвечающими потребности реальной практики использования парков машин.

Для того чтобы повысить эффективность существующих рабочих органов машин для земляных работ, применяются новые технологии. Давно известный факт, что применение СВЧ-энергии сокращает время разогрева материала, в данном случае мерзлый грунт, неоспоримо подходит к данной тематике. С помощью сверхвысоких частот мерзлый грунт становится более податливым к усилию резания, что является поводом применить источник СВЧ-излучателя к роторному рабочему органу экскаватора [1–4].

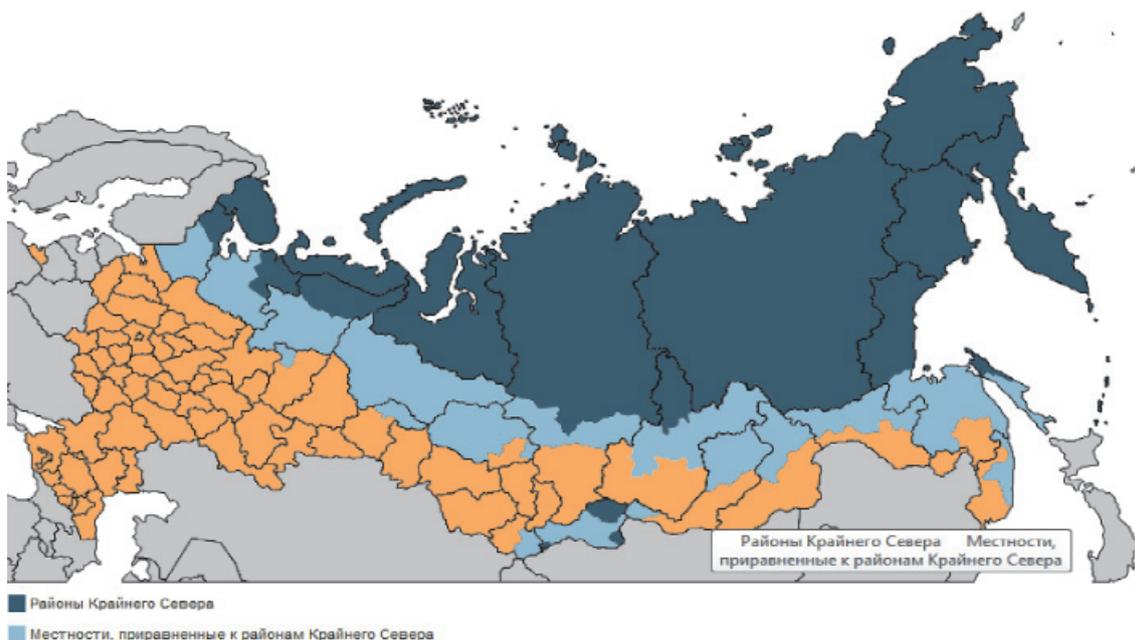


Рис. 1. Карта РФ с обозначениями районов Крайнего Севера

Анализ применимости СВЧ-энергии при строительстве наземных объектов транспортно-технологических систем рассмотрим на примере активного рабочего органа траншейного экскаватора. Целью изобретения является повышение эффективности разработки мерзлых грунтов за счет использования отраженной от забоя энергии.

Сущность изобретения: наличие направляющих козырьков, которые закреплены на выпуклой поверхности дугообразного излучателя и расположены над его щелями. Роторный рабочий орган включает два кольца-обечайки, между которыми на перекладинах укреплены режущие инструменты. Кольца связаны зубчатыми передачами с платформой, к которой прикреплен дугообразный излучатель. Последний связан кабелями с генераторами СВЧ-энергии. Разогрев грунта осуществляется непрерывно направленными послойно-горизонтальными слоями. Это повышает эффективность разработки за счет концентрации энергии [5–7].

Изобретение относится к машинам для разработки мерзлых грунтов, а более конкретно – к устройствам для разупрочнения мерзлых грунтов при прокладке траншей роторным рабочим органом с режущими инструментами, работающим в комплексе с машинами для подготовительных работ, землеройно-транспортными и планировочными машинами, агрегируемыми с бульдозерами типа Б-10М, и предназначенным для обеспечения послойно-горизонтальной

направленности энергии СВЧ по груди забоя для многослойного разогрева с целью облегчения процесса последующего скалывания режущими инструментами. Разогрев осуществляется горизонтально для натапывания тепловых троп послойными рядами, подобно тому как, если большое количество людей пройдут шеренгами в несколько рядов друг за другом и тем самым будут натапывать ряды тропинок [8–12].

Роторный рабочий орган включает два кольца-обечайки, между которыми на перекладинах укреплены режущие инструменты (рис. 2).

Кольца связаны зубчатыми передачами с платформой, к которой прикреплен дугообразный излучатель. Последний связан кабелями с генераторами СВЧ-энергии.

Разогрев грунта осуществляется непрерывно направленными послойно-горизонтальными слоями. Это повышает эффективность разработки за счет концентрации энергии.

Указанная цель достигается тем, что роторный рабочий орган, содержащий два кольца с расположенными между ними перекладинами с режущими инструментами и механизмом разупрочнения грунта, выполненным из неподвижно установленного между обечайками дугообразного излучателя, выпуклая поверхность которого обращена к забою и выполнена со щелями, а верхняя часть его снабжена решеткой, по обеим сторонам которой расположены

элементы подвода энергии, снабжен направляющими козырьками, которые обеспечивают горизонтально-послойную направленность энергии по груди забоя, совпадающую с поступательным перемещением режущих органов, для многослойного разогрева и скалывания режущими инструментами [13].

направленности воздействия энергии в процессе поступательного перемещения рабочего органа, обеспечиваемой за счет компоновки дополнительных направляющих козырьков на щелях излучателя.

Генераторы СВЧ-энергии связаны посредством подводов в виде коаксиальных кабелей с вводами, расположенными по

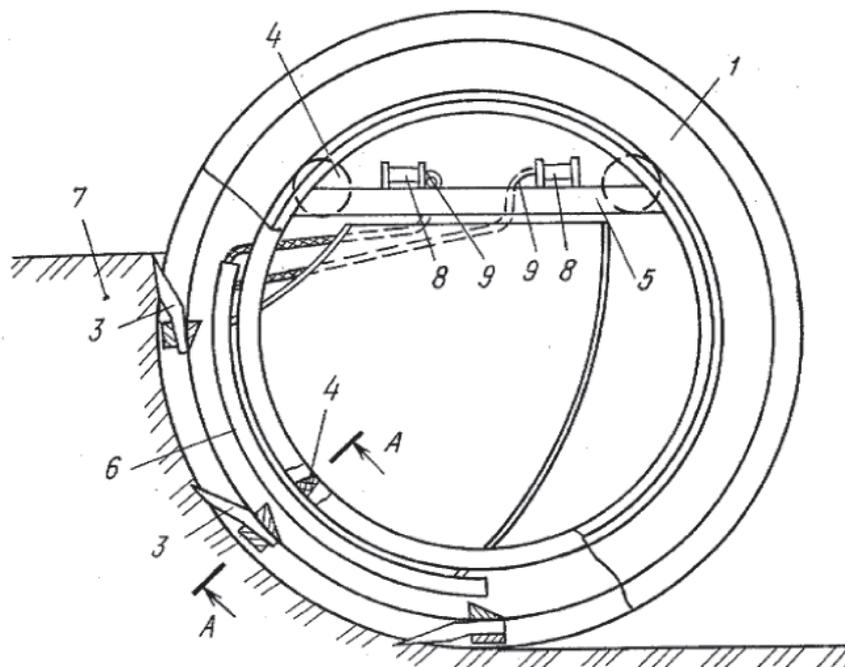


Рис. 2. Роторный рабочий орган с СВЧ излучателем:
1 – кольца – обечайки; 2 – переключатель; 3 – режущий инструмент; 4 – зубчатая передача;
5 – платформа; 6 – излучатель; 7 – грудь забоя; 8 – генератор СВЧ энергии;
9 – коаксиальный кабель

Сравнение данного технического решения с другими позволило выявить наличие отличительных признаков, а именно наличие направляющих козырьков, которые расположены на выпуклой поверхности дугообразного излучателя и расположены над щелями.

Данное отличие позволяет сделать вывод о соответствии предлагаемого решения критерию «новизна» и «существенные отличия».

Повышение разработки мерзлых грунтов достигается при скалывании с предварительным частичным разогревом.

Наибольшая эффективность разогрева грунта достигается путем непрерывного воздействия импульса энергии за определенный промежуток времени на определенный участок или слой. Такое условие достигается методом послойно-горизонтальной

разные стороны экранирующей решетки во взаимно перпендикулярных направлениях, укрепленной в верхней части излучателя. На поверхности излучателя, обращенной к забою, имеются щели с направляющими козырьками для излучения электромагнитной волны и придания ей горизонтально-направленного характера.

Устройство для разупрочнения мерзлого грунта работает следующим образом. Включаются генератором поля СВЧ, и электромагнитная энергия кабелями подается по вводам в излучатель. Через щели с направляющими козырьками излучателя электромагнитная СВЧ-энергия горизонтально-послойным способом излучается на грудь забоя. Происходит разупрочнение (растепление) призм (слоев) мерзлого грунта напротив щелей излучателя. После десятиминутного

предварительного прогрева груди забоя включается вращательное движение ротора с одновременным поступательным его перемещением вперед по ходу копания. Скорость вращения ротора с пород скалывающим инструментом и скорость поступательного его передвижения выбирают таким образом, чтобы при заданной мощности генераторов СВЧ-энергии обеспечивался необходимый послойный разогрев грунта.

Этот разогрев осуществляется непрерывно направленными послойно-горизонтальными слоями СВЧ-энергии, практически не изменяя зоны своего воздействия по вертикали, и только смещаются при движении роторного рабочего органа в процессе копания. Излучаемая электромагнитная энергия попадает на грудь забоя и послойно поглощается грунтом. Частично электромагнитное излучение попадает на перекладки с пород разрушающим инструментом и отражается ими. За счет выбора специальной конструкции перекладки и волновода-излучателя отражаемое излучение падает на нижнюю поверхность волновода-излучателя в промежутке между щелями и вновь отражается в направлении забоя.

Разделение электромагнитных излучений от двух генераторов СВЧ-энергии по поляризации в общем излучателе-волноводе обеспечивается расположением вводов во взаимно перпендикулярных направлениях. Наличие экранирующей решетки между вводами также служит для исключения взаимного влияния двух резонансных генераторов СВЧ-энергии друг на друга.

Применение устройства для упрочнения мерзлого грунта по сравнению с прототипом позволяет значительно снизить потребное количество электромагнитной СВЧ-энергии за счет послойного растепления, повысить производительность путем реализации метода скалывания при разработке мерзлых грунтов.

Список литературы

1. Колунина В.А., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Проектирование машины для содержания и ремонта временных зимних дорог на базе снегоболотохода «Странник» // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства: материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень, 2015. – С. 150–153.
2. Колунина В.А., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Приоритеты развития наземных транспортно-технологических комплексов в освоении континентального шельфа // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства: материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень, 2015. – С. 147–149.

3. Костырченко В.А., Спиричев М.Ю., Шаруха А.В., Мадьяров Т.М., Строительство временных зимних дорог как элемент приоритетного направления развития науки, технологий и техники в российской федерации // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию Тюменского индустриального института / ответ. ред. О.А. Новоселов. – Тюмень, 2013. – С. 147–151.

4. Костырченко В.А., Шаруха А.В., Спиричев М.Ю., Мадьяров Т.М. Строительство временных зимних дорог как элемент приоритетного направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации // Нефть и газ западной Сибири. Материалы Международной научно-технической конференции. – Т.4. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 173 с. (147–151).

5. Мадьяров Т.М., Мерданов Ш.М., Костырченко В.А. Устройство для ремонта автозимников // Интерстроймех 2014: материалы Международной научно-технической конференции. – Самара, 2014. – С. 229–232.

6. 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 / ответ. ред. О.А. Новоселов. – 2013. – С. 53–59.

7. Мерданов Ш.М., Обухов А.Г., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Самоходный скрепер со снегоуплотняющим агрегатом // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 3 – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2511> (доступ свободный) – Загл. с экрана.

8. 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.

9. Мерданов Ш.М. Механизированные комплексы для строительства временных зимних дорог: монография. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 196 с.

10. 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.

11. Обухов А.Г., Мерданов Ш.М., Костырченко В.А., Мадьяров Т.М. Самоходный скрепер со снегоуплотняющим агрегатом // Инженерный вестник Дона. – 2014. – Т. 30. – № 2. – С. 58.

12. Петухова О.А., Цыдыпова Д.О., Костырченко В.А., Анализ проблем зимнего содержания автомобильных дорог // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013 – 236 с.

13. Сысоев Ю.Г., Мерданов Ш.М., Мадьяров Т.М., Костырченко В.А. Машина для ремонта временных зимних дорог // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 2. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2412> – Загл. с экрана.

References

1. 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.
2. Kolunina V.A., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Prioritety razvitiya nazemnyh transportno-tehnologicheskikh komplekсов v osvoenii kontinentalnogo shelfa. Nazemnye transportno-tehnologicheskie komplekсы i sredstva. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Tjumen, 2015. pp. 147–149.

3. Kostyrchenko V.A., Spirichev M.Ju., Sharuha A.V., Madjarov T.M., Stroitelstvo vremennyh zimnih dorog kak jelement prioritetnogo napravlenija razvitija nauki, tehnologij i tehniki v rossijskoj federacii. Neft i gaz Zapadnoj Sibiri Otvetstvennyj redaktor O. A. Novoselov. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, posvjashhennoj 50-letiju Tjumenskogo industrialnogo instituta. Tjumen, 2013. pp. 147–151.
4. Kostyrchenko V.A., Sharuha A.V., Spirichev M.Ju., Madjarov T.M., «Stroitelstvo vremennyh zimnih dorog kak jelement prioritetnogo napravlenija razvitija nauki, tehnologij i tehniki v Rossijskoj Federacii», Neft i gaz zapadnoj Sibiri. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. T.4. Tjumen: TjumGNGU, 2013. 173 p. (147–151).
5. 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.
6. 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. Otvetstvennyj redaktor O.A.Novoselov. 2013. pp. 53–59.
7. Merdanov Sh.M., Obuhov A.G., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. «Samohodnyj skreper so snegouplotnjajushhim agregatom», Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «Inzhenernyj vestnik Dona», 2014, no. 3 Rezhim dostupa: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2511> (dostup svobodnyj) Zagl. s jekrana.
8. 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.
9. Merdanov Sh.M. Mehanizirovannye komplekсы dlja stroitelstva vremennyh zimnih dorog (Monografija) [Tekst] Tjumen: TjumGNGU, 2013. 196 p.
10. 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.
11. Obuhov A.G., Merdanov Sh.M., Kostyrchenko V.A., Madjarov T.M. Samohodnyj skreper so snegouplotnjajushhim agregatom. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. T. 30. no. 2. pp. 58.
12. Petuhova O.A., Cydypova D.O., Kostyrchenko V.A., Analiz problem zimnego sodержanija avtomobilnyh dorog. Transportnye i transportno tehnologicheskie sistemy [Tekst]: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, Tjumen: TjumGNGU, 2013 236 p.
13. Sysoev Ju.G., Merdanov Sh.M., Madjarov T.M., Kostyrchenko V.A. Mashina dlja remonta vremennyh zimnih dorog. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «Inzhenernyj vestnik Dona», 2014, no. 2. Rezhim dostupa: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2412> Zagl. s jekrana.

Рецензенты:

Захаров Н.С., д.т.н., профессор, действительный член Российской академии транспорта, г. Тюмень;

Торопов С.Ю., д.т.н., профессор кафедры «Транспорт углеводородных ресурсов», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.