

## ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ МАШИН, СОВМЕЩАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СНЕГОЛЕДОВЫХ ДОРОГ

Шитый В.П.<sup>1</sup>, Шаруха А.В.<sup>1</sup>, Мерданов Ш.М.<sup>1</sup>, Сысоев Ю.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Тюменский Государственный нефтегазовый университет», Тюмень, Россия (625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38) e-mail: general@tsogu.ru

Разработка и добыча углеводородного сырья является основным фактором роста объема перевозок технологического и автомобильного транспорта в регионах Севера и Сибири, а также континентального шельфа России, что в свою очередь требует создания эффективной транспортной инфраструктуры. В настоящее время почти весь объем перевозок выполняется в период установившихся отрицательных температур воздуха путем использования временных зимних дорог. Возведение снеголедовых дорог – сложный процесс, обусловленный взаимодействием рабочих органов строительных машин со снежной массой. Ключевыми технологическими операциями этого процесса являются: наброска снега на полотно дороги, увлажнение и уплотнение снега. Для строительства снеголедовых дорог в насыпи используется технология послойного наращивания полотна дороги. Эта технология подразделяется на 5-7 различных операций, одной из которых является увлажнение снежной массы, которую можно выполнять как отдельно, так и совместно с другими операциями, такими как наброска или уплотнение.

Ключевые слова: снег, механизация строительства дорог, уплотнение снега, увлажнение снега, временные зимние дороги, технологии строительства снеголедовых дорог

## SUBSTANTIATION OF EXPEDIENCY FOR CREATING MACHINES COMBINING TECHNOLOGICAL OPERATIONS AT BUILDING OF WINTER TEMPORARY ROADS

Shity V.P.<sup>1</sup>, Sharukha A.V.<sup>1</sup>, Merdanov S.M.<sup>1</sup>, Sysoev Y.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tyumen state oil and gas university, Tyumen, e-mail: general@tsogu.ru

Development and production of hydrocarbon raw materials is the main factor of growth in the traffic of technological and automobile transport in the regions of Russian North, Siberia and the continental shelf of Russia. It requires the creation of an effective transport infrastructure. At present, almost all the transportation is carried out by temporal winter roads within the period of the settled negative temperatures. Construction of the snow and ice roads is a complex process conditioned by the interaction between devices of construction machines and snow. Key technological operations within this process are: dumping snow onto the roadbed, moistening and compaction of snow. On a mound, snow and ice roads are constructed using the technology of layer-by-layer buildup of a roadbed. This technology is divided into 5-7 different operations. One of them is snow moistening that can be carried out separately or in combination with the other operations such as dumping or compaction.

Keywords: The mechanization of the construction of roads, compaction of snow, snow temporary road, construction technology snowy roads

В настоящее время строительство снеголедовых дорог (СЛД) в насыпи не получило широкого распространения по причине отсутствия современных высокотехнологичных научных разработок в данной отрасли. Отставание развития технологии СЛД можно объяснить использованием как технически устаревшей, так и неспециализированной техники. Дорожно-строительные организации отдают предпочтение либо строительству капитальных дорог до объектов добычи и транспортировки углеводородных ресурсов, либо расчистки трассы от снега до твердого основания. Несмотря на то что оба эти варианта экономически не эффективны, так еще и наносят непоправимый вред экологии Крайнего Севера.

Первостепенной задачей перед научным сообществом становится создание или выработка критериев эффективности строительства СЛД, разработка наукоемкой технологии строительства, что позволит установить и обосновать рабочие параметры специальной строительно-дорожной техники для возведения полотна из снега. Полученные научные результаты могут быть рекомендованы для внедрения в проектные и производственные предприятия, специализирующиеся по созданию техники для строительства СЛД.

На сегодняшний день единственным руководящим документом по строительству временных зимних дорог является ВСН-137-89 «Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока СССР», в котором предлагается возводить временные дороги из снега этапами, используя большой объем техники, человеческих ресурсов [1]. Весь этап строительства условно можно поделить на технологические операции.

*Таблица 1 – Этапы возведения СЛД*

<b>№</b>	<b>Название технологической операции</b>	<b>Операции</b>	<b>Применяемые машины и оборудование</b>
1	расчистка	очистка трассы от кустарников и деревьев	кусторезы, бульдозеры
2	проминка	проминка участков трасы	вездеходы
3	промораживание	очищение трассы от выпавшего снега при отрицательных температурах (операции выполняются параллельно)	-
3	накопление		бульдозеры, плужные снегоочистители
4	наращивание	послойное наращивание снежного полотна до проектного уровня	роторные снегоочистители, плужные отвалы, катки
5	увлажнение	внесение воды в дорожное полотно	поливомоечные машины, увлажняющие машины
6	уплотнение	послойное уплотнение с предварительным рыхлением и перемешиванием	гладилки, ребристые катки
7	формовка	формирование готового полотна и откосов	катки, автогрейдеры
8	ремонт	восстановление и наращивание полотна при необходимости	бульдозеры, катки, автогрейдеры

Предполагается, что некоторые операции по возведению полотна СЛД можно совместить, используя критерии эффективного совмещения технологических операций.

Представим технологические операции возведения СЛД в табличной циклограмме совмещения операций для поиска оптимального варианта.

*Таблица 2 –Циклограмма строительства СЛД*

Расчистка	Проминка	Промораживание	Накопление	Наращивание	Увлажнение	Уплотнение	Формовка	Уровень совмещения операций	Подуровень технологической операции	
1	2	3	4	5	6	7				
	+		+		+			2	а	
		+		+		+			б	
		+		+				3	а	
			+		+				б	
				+				4	а	
			+						б	
		+							в	
		+							г	
		+						5	а	
		+							б	
		+							в	
		+						6	а	
		+							б	
		+							7	а

В табличной циклограмме указаны 7 уровней совмещения операций – от парного до полного совмещения. Согласно табл. 2, с учетом затрат труда и материалов при строительстве и содержании автозимников, а также требований, предъявляемых к строительству СЛД, можно сделать вывод, что совмещение любых операций с операциями промораживание и накопление, экономически не выгодно, так как выполнение этих операций требует технологических интервалов.

По мнению авторов, необходимо вести работу над разработкой новых уплотняющих рабочих органов, а, возможно, и ходового оборудования, совмещенного с рабочим органом, позволяющим совместить такие рабочие операции, как наращивание, увлажнение, уплотнение, формовка, при этом временные промежутки между совмещаемыми операциями должны быть минимальными либо полностью отсутствовать [2, 3, 4]. Рабочий орган

строительно-дорожной машины, позволяющий выполнять одновременно эти операции, позволит сократить время возведения СЛД на 44-48% [1].

Более 30 лет на кафедре «Транспортных и технологических систем» ведутся работы по созданию современных рабочих органов для строительства СЛД. На сегодняшний день отмечается увеличение динамики патентования новых рабочих органов и машин, выполняющих элементы либо совмещающих технологические операции при строительстве.

Устройство (рис. 1) относится к машинам для уплотнения снежной массы при поточном строительстве снежоледовых дорог в северных районах[4, 6].

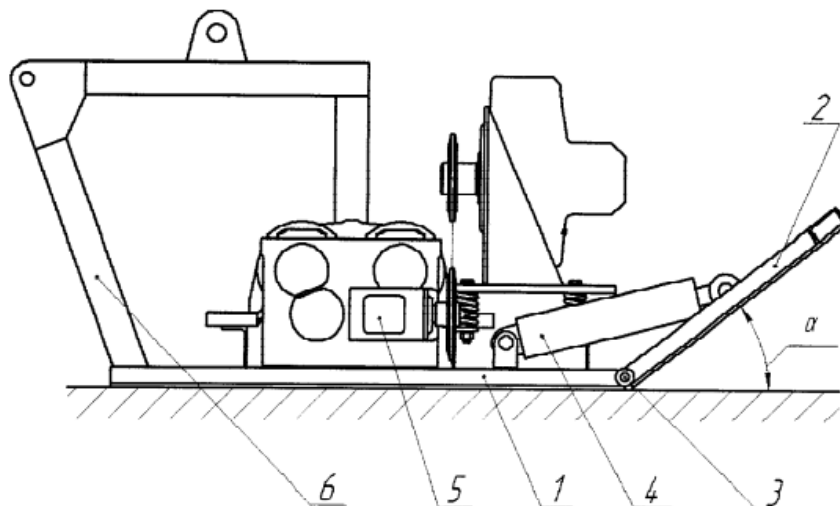
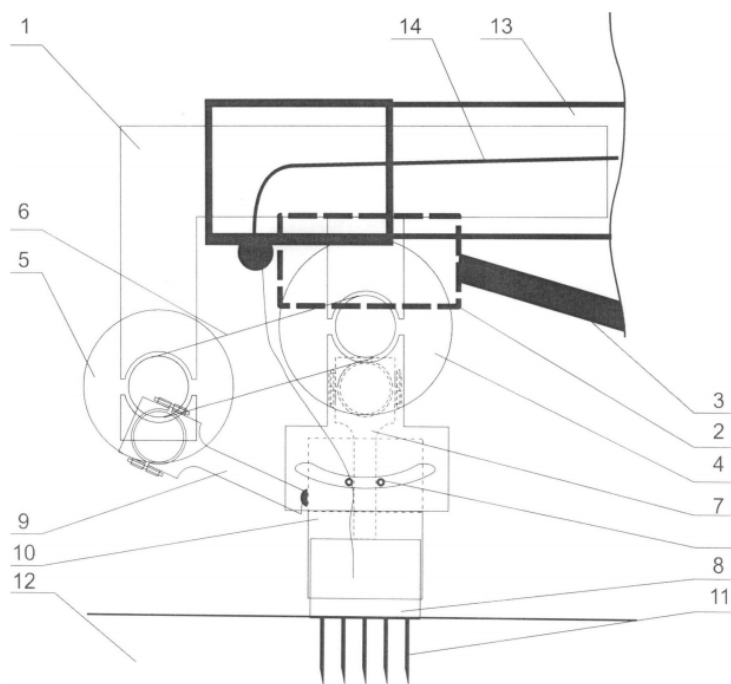


Рисунок 1 – Устройство для уплотнения снега: 1- несущая секция, 2 – поворотная секция, 3 – шарнир, 4 – гидроцилиндры, 5 – вибратор, 6 – рама.

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 снежоледяного покрытия, а вибрационное воздействие позволяет сократить время на достижение необходимой плотности снега.

Применение устройства позволяет: исключить бульдозерный эффект перед устройством посредством перемешивания и приминания снега второй секцией; значительно упростить конструкцию уплотняющих устройств.

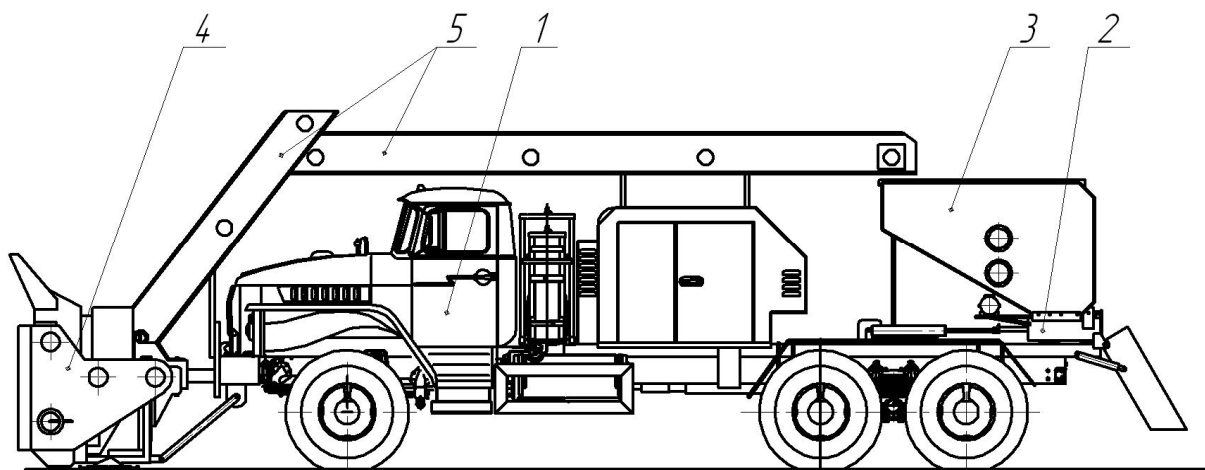


*Рисунок 2 – Устройство для уплотнения снежного полотна:*

*1 – рама, 2 – редуктор, 3 – карданный вал, 4 – первый коленчатый вал, 5 – второй коленчатый вал, 6 – клиноременная передача, 7 – шатун, 8 – поршень, 9 – шатун, 10 – гильза, 11 – иглы, 12 – снег, 13 – конструкция автомобиля, 14 - резиновые шланги.*

Устройство для уплотнения снежного полотна (рис. 2) содержит базовый автомобиль повышенной проходимости, к которому присоединена рама с установленным на ней тепловым оборудованием и рабочим органом, выполненным в виде поршня, выполненного полым и снабженного со стороны соприкосновения со снежным полотном полыми иглами, при этом поршень соединен с тепловым оборудованием для обеспечения подачи пара через поршень и полые иглы на снежное полотно, причем указанный поршень соединен через систему коленчатых валов с трансмиссией автомобиля для обеспечения его возвратно-поступательного (ударного) движения, совместное движение коленчатых валов, синхронизированное со скоростью движения автомобиля при помощи редуктора устройства, обеспечивает сохранность полых игл [7]. Устройство позволяет повысить эффективность уплотнения снежного полотна путем применения ударного уплотнения с нагревом посредством сообщения пара.

Виброуплотняющая машина для строительства снеголедовых дорог (рис. 3) предназначена для создания снеголедового полотна или покрытия толщиной 0,20 – 0,25 м при различной плотности снега, но не превышающей 500 кг/м<sup>3</sup> на готовом основании [5]. Ширина возводимой полосы 2,4 м. Рабочая скорость от 0,3 до 1 км/ч.



*Рисунок 3 – Дорожная строительная виброуплотняющая машина на шасси УРАЛ 4320 – 1911: 1 – шасси автомобиля Урал-4320-1911, 2 – виброуплотняющая установка, 3 – бункер, 4 – шнековый питатель, 5 – транспортер.*

Выбор шасси УРАЛ обусловлен тем, что автомобиль имеет повышенную проходимость и может быть использован в бездорожье.

Фрезерно-роторное рабочее оборудование для захвата и транспортирования снега с дорожного полотна в бункер применяется от фрезерно-роторного снегоочистителя ДЭ-250 и от лапового погрузчика.

На базовом шасси автомобиля Урал-4320-1911 располагается виброуплотняющая установка. Сверху установки расположен бункер, в котором имеется шнековый распределитель, для равномерной загрузки форм для уплотнения. Между кабиной автомобиля и бункером расположен двигатель привода рабочих органов и гидронасос. Впереди автомобиля крепится шнековый питатель. Над автомобилем расположен транспортер, который устанавливается на питатель.

Машина работает следующим образом. Рабочее движение осуществляется вперед, по ходу движения автомобиля. Шнековый питатель захватывает «целинный» снег, перемешивает и подает его на транспортер. По транспортеру снег перемещается в бункер. В верхней части бункера установлена металлическая сетка для исключения попадания камней и крупных включений в виброуплотняющий орган, затем снег поступает в виброуплотняющий орган, где происходит его уплотнение. И далее выгрузка из формы виброуплотняющего устройства посредством желоба на подготовленное основание дорожного полотна.

Разработанные рабочие органы строительно-дорожных машин и методы совмещения технологических операций рекомендуются для организаций и дорожно-строительных управлений, осуществляющих возведение снежоледовых дорог, при конструировании машин

с целью повышения эффективности строительства автозимников, заключающемся в уменьшении энергозатрат на их создание.

### Список литературы

1. ВСН. Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог на снежном и ледяном покрове в условиях Сибири и Северо-Востока СССР. – Омск, 1987. – С. 3-4.
2. Мерданов Ш.М., Спиричев М.Ю., Шаруха А.В., Егоров А.Л. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СНЕГОЛЕДОВЫХ ДОРОГ // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: [www.science-education.ru/111-10427](http://www.science-education.ru/111-10427) .
3. Мерданов Ш.М. Научные основы создания комплексов машин для строительства временных зимних дорог в районах Севера и Сибири. [Текст]: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.05.04 / Ш.М. Мерданов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – 327 с.
4. Технические основы создания машин: учебное пособие / Ш.М. Мерданов, А.Л. Егоров, Д.В. Райшев и др. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. – 260 с.
5. Шаруха А.В. Обоснование параметров вибрационного рабочего органа снегобрикетирующей машины. [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / А.В. Шитый. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 176 с.
6. Пат. 2373326 Российская Федерация, МПК E01H4/00. устройство для уплотнения снега [Текст] / Мерданов Ш. М., Закирзаков Г. Г., Шитый В.П. [и др].; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ТюмГНГУ. – № 2008114718/11; заявл. 14.04.2008; опубл. 20.11.2009, Бюл. № 32. – 5 с.: ил.
7. Пат. 2495977 Российская Федерация, МПК E01H 4/00. устройство для уплотнения снежного полотна [Текст] / Мерданов Ш. М., Шаруха А. В., Шитый В. П. [и др].; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ТюмГНГУ. - № 2012121506/13; заявл. 24.05.2012; опубл. 20.10.2013, Бюл. № 29. – 7 с.: ил.

### Рецензенты:

Захаров Н.С., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Сервис автомобилей и технологических машин», ФГБОУ ВПО «Тюменский Государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

Тарасенко А.А., д.т.н., профессор, директор Регионального отделения Ассоциации инженерного образования России, ФГБОУ ВПО «Тюменский Государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.