

ТЕХНОЛОГИЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ СНЕГА ПРИ УБОРКЕ МАЛЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Липин А.А.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, Россия (603950, ГСП-41, Н.Новгород, ул. Минина, д.24), e-mail: lisenaks@gmail.com

В данной статье приводится описание проблемы зимнего содержания дворовых территорий и разработки машины для брикетирования снега в замкнутом объеме для работы на ограниченных территориях. Рассматривается частная задача, определение эффективности метода уплотнения снега двумя плитами, расположенными противоположно друг другу. Рассматривается влияние отсутствия жесткого основания и как следствие, случай влияния сил сжатия на процесс уплотнения снега. Выводится теория, что на процесс брикетирования снега в замкнутом объеме двумя плитами, влияет только сила уплотнения, которая должна быть не меньше определенной величины для качественного сжатия всего объема снега. По результатам исследования были сделаны выводы о том, что данный вид сжатия снега является менее энергозатратным ввиду применения для уплотнения меньших сил для сжатия без потери качества уплотнения.

Ключевые слова: брикетирование, снег, сжатие снега, зимнее содержание дорог, уборка дорог

TECHNOLOGY OF BRIQUETTING OF SNOW WHEN CLEANING SMALL TERRITORIES

Lipin A.A.

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia (603950, Nizhny Novgorod, street Minina, 24), e-mail: lisenaks@gmail.com

In this article the description of a problem of the winter maintenance of domestic territories and development of the car for briquetting of snow is provided in the closed volume for work in limited territories. The private task, determination of efficiency of a method of sealing of snow is considered by two plates located opposite each other. Influence of lack of the rigid base and as a result, a case of influence of forces of compression on snow sealing process is considered. The theory is output that on process of briquetting of snow in the closed volume two plates, only the sealing force which has to be not less certain size for high-quality compression of all volume of snow influences. By results of probe conclusions that this type of compression of snow is less energy-intensive in view of application for sealing of smaller forces for compression without loss of quality of sealing were drawn.

Keywords: briquetting, snow, snow compression, winter maintenance of roads, cleaning of roads

С каждым годом, стоимость зимнего содержания дорог возрастает из-за множества факторов. Как показали исследования, значительной частью расходов зимнего содержания дорог является транспортировка снега на снегосвалки, они составляют до 83% от общей суммы затрат.

Немаловажной проблемой зимнего содержания дорог, является уборка снега с малых территорий, таких как: парковки, дворы, придворовые территории и т.д.

С целью удешевления процесса уборки, снег во дворах складывают на незанятых территориях, и вывозят по мере его накопления.

В связи с этим становится актуальной технология уплотнения снега для уборки малых территорий. Уплотнение снега позволяет рационально использовать грузоподъемность транспортных средств и, как следствие, сокращает количество транспорта, требуемого для

перевозки. Так же уплотнение снега позволяет более рационально использовать территории для хранения снега во дворах.

Особенности уборки малых территорий

Основная проблема уборки дворовых территорий заключается в отсутствии возможности использования крупной дорожной техники, такой как лаповый снегопогрузчик и как следствие его связка с автосамосвалом. Поскольку предыдущие исследования на сжатие снега проводились именно для лапового снегопогрузчика (рис.1), ставим задачу разработать метод уплотнения снега для возможности уплотнения снега на малых территориях.



Рис.1 Брикезирующая установка на лаповом снегопогрузчике.

Анализ методов уплотнения снега

При разработке уплотняющих устройств в работах ставилась задача создать брикезирующую установку для уборки дорог и магистралей.

Использовались методы сжатия шнеком через конусовидную форму и сжатие посредством одной рабочей плиты. Сжатие снега с помощью шнека имеет большие габариты и предполагает постоянную, потоковую загрузку снега. Метод сжатия снега с помощью одной плиты (рис.2) сталкивается с проблемой физико-механических свойств снега, из-за которых нужно большое давление для сжатия всего объема снега.

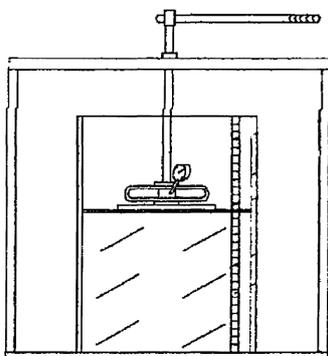


Рис.2 Форма для сжатия снега одной плитой

Для брикетизирующей установки применяемой на малых территориях рассмотрим создание рабочего органа для сжатия снега двумя рабочими плитами и рассмотрим влияние сил на брикетирование снега данным способом.

Структура снега и его свойства

Снежный покров состоит из каркаса твёрдых частиц льда и окружающих пустот или пор разного размера. Размер, форма и пространственное размещение частиц влияют на размер и форму пор. Поры могут быть заполнены воздухом или водой. Снежный покров – сложная трёхфазная среда, включающая особое сочетание трёх состояний воды и воздуха. Особенностью снежного покрова является наличие ледяных прослоек, оказывающих существенное влияние на характеристики и параметры снега. Снежный покров имеет ярко выраженную слоистость, обусловленную различными метеорологическими условиями, при которых происходило отложение снега. Горизонты, которые формируют почвенный разрез, в некотором смысле аналогичны слоям, слагающим толщу снежного покрова. Указанные характеристики являются основными причинами неоднородности свойств снега [3].

Существуют множество классификаций строения снежного покрова. Для исследования снежного покрова с точки зрения его физико-механических свойств приемлемой можно считать классификацию, включающую как качественные, так и количественные характеристики снега. Для описания процесса брикетирования снега, точнее всего подходит классификация снега по форме зерна снежного покрова (табл.1) [3].

Таблица 1

Классификация снега по форме зерна снежного покрова	
1	Свежевыпавший снег, состоящий из кристаллов или частей поломанных кристаллов, обычно очень мягкий
2	Снежный покров в начальной стадии оседания, обычно довольно мягкий, мелкозернистая структура не достигнута (что характерно для завершения стадии первичного преобразования), сохранились некоторые черты кристаллического строения
3	Снежный покров, преобразованный таянием, или таянием с последующим замерзанием, теряет черты кристаллического строения, зерна приобретают округлую форму (зерна могут иметь большой разброс размеров)
4	Образуется при низкой температуре без заметного таяния вследствие процессов сублимации, возникают неправильной формы зерна с плоскими гранями, такой тип снега довольно тверд
5	Глубинная изморозь, состоящая из бокаловидных кристаллов, образуется такой тип снежного покрова при очень малой интенсивности сублимации в течение длительного и очень холодного периода

Определение основных факторов, влияющих на эффективность уплотнения снега

Исследования по изучению вдавливания штампов в снег с учетом скоростей нагружения показали, что максимальное давление на штамп не должно превосходить предела прочности уплотняемого материала, иначе материал выдавливается из-под штампа. Однако в нашем случае при уплотнении снега в замкнутом объеме максимальное давление на штамп не ограничено пределом прочности уплотняемого материала, что позволяет использовать при брикетировании большие усилия и давления.

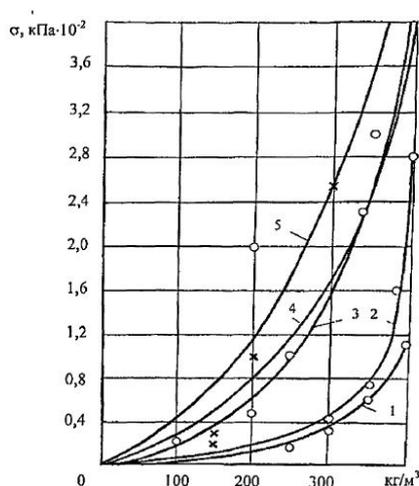


Рис.3 Зависимости предела прочности снега σ от его плотности ρ

На рисунке 3 приведены зависимости предела прочности снега σ от его плотности ρ , построенные по данным Н. Ф. Савко и В. Г. Гмотинского [1]. Исследования выполнены в широком диапазоне температур снега от -5 до -20°C при различных его структурных характеристиках. В опытах использовался свежесвыпавший и метелевый снег (кривая 1), лежалый среднезернистый (кривая 2), крупнозернистый фирновый (кривые 3, 4, 5). Из рисунка 3 следует, что с увеличением плотности снега, возрастает и предел его прочности. Естественно, что для обработки более плотного снега следует назначать более высокие нагрузки. Мелкозернистый снег при плотностях $100 - 250 \text{ кг/м}^3$ имеет предел прочности, не превышающий 20 кПа , а для фирнового этот предел превышает 100 кПа . Для обработки более плотного снега следует назначать режимы обработки с более высокими давлениями, но не превышающими предела прочности обрабатываемого снега [2].

На величину конечной плотности снега, в случае сжатия снега одной плитой, большое влияние оказывает толщина уплотняемого слоя. Уменьшение его толщины усиливает влияние более жесткого основания и потому повышает предел прочности. Это создаёт возможности для развития более высоких контактных давлений. При снижении толщины уплотняемого слоя уменьшаются возможности для боковых перемещений частиц снега и, следовательно, начинают преобладать вертикальные смещения, что способствует получению более высокой плотности снега. Повышение конечной плотности снега с уменьшением толщины уплотняемого слоя подтверждено экспериментальным путём [2].

В случае с двухсторонним сжатием снега, жесткое основание отсутствует. При таком сжатии снега, силы, действующие навстречу друг другу, встречаясь в центре формы для сжатия, продавливают снег с двух сторон, образуя плотную сердцевину снежного брикета, размер которой растет пропорционально прикладываемой силе и времени нагружения. Отсюда полагаем что на процесс уплотнения снега двумя плитами существенно влияет лишь сила давления на штамп и скорость действия силы.

На базе кафедры «Строительных и дорожных машин» НГТУ им. Р.Е. Алексеева был проведен опыт по исследованию поведения снега при сжатии с двух сторон. Была создана масштабная модель состоящая из образующего цилиндра, и двух поршневых плит. В образующий цилиндр был заложен свежеснеженный снег с плотностью 100 кг/м^2 . Были созданы прослойки в процессе насыпания снега, для возможности считать полученные результаты. После сжатия снега, полученный брикет был разрезан пополам и полученный отпечаток сфотографирован. После проведения нескольких опытов было установлено, что снежный брикет, является более плотным в центре и незначительно менее плотным по краям брикета (Рис.4)



Рис.4 Влияние сил на конечный брикет снега

Выводы

1. В результате анализа исследований по применению уплотняющих машин для малых территорий установлено, что:
 - а. Необходимо дополнительно сжимать снег перед его погрузкой в транспортное средство.
 - б. Отсутствует методика расчета и выбора параметров для снегоочистительной машины с возможностью уплотнения снега двумя плитами.
 - с. Отсутствуют математические зависимости процесса для уплотнения снега в замкнутом объеме при сжатии двумя плитами
2. Найдены параметры для разработки и описания математической модели брикетирования снега в рабочем органе.

Снег является сложной трехфазной средой, ввиду этого описание физико-механических свойств снега является трудоемким процессом связанным с непостоянством структуры снега. Сжатие снега посредством приложения двух сил с разных сторон позволит уменьшить необходимую силу для уплотнения снега и получения необходимой плотности конечного брикета. Благодаря уменьшению прикладываемой нагрузки так же мы уменьшаем энергозатратность на сжатие.

Список литературы

1. Зимнее содержание автомобильных дорог / Под редакцией А.К. Дюнина. - М.: Транспорт, 1983.- 197 с.
2. Карнаухов П. Н. Приспособление строительных машин к условиям Российского Севера и Сибири.- М.: Недра, 1994. - 351 с.
3. Котельников В. В. Выбор скоростных режимов уплотнения снега дорожными машинами. Дис. ... канд. тех. наук: 05.05.04/ ТюмГНГУ. - Тюмень, 2000.
4. Кошелев Ю.В. Подвеска рабочего органа снегоуборочной машины. Методика выбор рациональных параметров / У.Ш. Вахидов, Ю.В. Кошелев, Ю.И. Молев, В.А. Шапкин // Современные проблемы науки и образования.– 2014.– No 1 URL: www.science-education.ru/115-12152.
5. Шапкин, В.А. Геометрические параметры снежного покрова как полотна пути для движения машин / А.А. Аникин, Л.В. Барахтанов, И.О. Донато // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2010. No4. – С. 145-150.
6. Шапкин В.А. Основы теории движения машин с роторно-винтовым двигателем по заснеженной местности : дис. доктора. техн. наук : 05.05.03 / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2001. – 389 с.
7. Снег: Справочник Под ред. Д. М. Грея, Д. Х. Мэйла; перевод с англ. / под ред. В. М. Котлякова. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 751 с.

Рецензенты:

Беляков В.В., д.т.н., профессор кафедры «Автомобили и тракторы» ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева», г. Нижний Новгород.

Слюсарев А.С., д.т.н., профессор кафедры «Прикладной механики и подъемно-транспортных машин» ФГБОУ ВО «Волжская государственная академия водного транспорта», г. Нижний Новгород.