

УДК 625.768.5.08(043)

ОБОСНОВАНИЕ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ СНЕГОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ С УПЛОТНЯЮЩИМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Егоров А.Л., Федотов В.В., Федотова Е.А.

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», Тюмень, Россия (625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 72, каб. 244), e-mail: egorov@tsogu.ru

Описаны результаты исследований по применению уплотняющих машин в процессе уборки и вывоза снега с городских дорог. Представлены выводы о том, что необходимо дополнительно уплотнять снег перед его погрузкой в транспортное средство, отсутствует методика расчета и выбора параметров снегоочистительной машины с возможностью уплотнения снега в процессе погрузки, и отсутствуют конструкции подобных машин, отсутствуют математические зависимости процессов уплотнения снега в замкнутом объеме большими нагрузками. Описана математическая модель процесса брикетирования снега в рабочем органе. Установлена плотность обвалованного снега на проезжей части и плотность снега во время его транспортировки в кузове автосамосвала, выявлена зависимость изменения коэффициента заполнения кузова автосамосвала от размеров уплотненных снежных блоков. Описаны оригинальные конструкции снегоуборочных машин с уплотнением снега в процессе его погрузки. Представлены основные положения методики расчета и выбора параметров снегоуборочной машины.

Ключевые слова: уплотнение снега, брикетирование снега, утилизация снега, снегоуборочные машины.

SUBSTANTIATION OPERATING PARAMETERS SNOWBLOWER WITH SEALING OF WORKING BODIES

Egorov A.L., Fedotov V.V., Fedotova E.A.

Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, Russia (625039, Tyumen, street Melnikaite, 72, of. 244), e-mail: egorov@tsogu.ru

The results of studies on the use of sealing machines in the process of cleaning and removal of snow from city roads. The conclusions that should be further compacted snow before being loaded into a vehicle, there is no method of calculation and choice of parameters snow removal machine with the ability to seal snow during loading, and there are no structures of these machines, there is no mathematical relationships, processes, compacted snow in an enclosure large loads. The mathematical model of the process of briquetting of snow in the trips. Dike installed density of snow on the roadway and snow density during transportation in the back of the dump, dependence of the fill factor changes the size of the dump body of compacted snow blocks. Describes the original designs of snow plows with compacted snow in the process of loading. The main provisions of calculation methods and parameters selection snowblower.

Key words: snow compaction, briquetting snow, snow disposal, snow removal vehicles.

Введение

В связи с интенсивным ростом городов и резким увеличением числа автомобилей становится все более значима проблема зимнего содержания городских автомобильных дорог.

Стоимость процесса уборки снега возрастает с каждым годом. Это связано с тем, что возрастают требования, предъявляемые к дорожному полотну автомобильных дорог, уменьшается время, отведенное на уборку, большое количество автомобилей затрудняет работу снегоочистительной техники, особенно в центральных и исторических районах городов. Как показали исследования, транспортные расходы составляют 83% общей стоимости уборки снега, а расстояния до снегосвалок и снеготаялок постоянно

увеличиваются, так как предъявляемые к ним экологические требования все дальше отодвигают их от населенных пунктов.

Одним из наиболее рациональных методов снижения стоимости зимнего содержания дорог является уплотнение снега в процессе его погрузки. Это позволяет резко уменьшить затраты за счет более рационального использования автосамосвалов, а следовательно, уменьшения их количества [1].

Данное направление мало изучено и представляет большой интерес. Возникает необходимость разработки данных машин, а также расчета и выбора их параметров.

Исследования проводились при поддержке целевого гранта губернатора Тюменской области.

Цель исследований заключается в снижении расходов на зимнее содержание дорог за счет уменьшения затрат на транспортировку убранного с городских дорог снега путем разработки универсальной снегоуборочной машины, с уплотняющим рабочим органом, и обоснованием ее рабочих параметров. Объект исследования – процесс уплотнения снега во время погрузки в транспортные средства. Предмет исследования – уплотнение снега в уплотняющем устройстве снегоуборочной машины.

Методы исследований. В работе использовались следующие методы исследований: литературный поиск, патентный анализ, математическое моделирование исследуемого процесса, экспериментальные исследования, математическая обработка экспериментальных исследований.

В ходе анализа изучено состояние вопроса, при этом сделан обзор существующих методов и технологий зимнего содержания дорог, обозначены проблемы данной отрасли науки. Приведен обзор машин для зимнего содержания дорог, способы вывозки снега, убранного с дорожного покрытия. Рассмотрены основные виды снегосвалок и требования, предъявляемые к ним. Разработана классификация снегоуборочных машин, уплотняющих снег в процессе погрузки.

На основе выполненного анализа сформулированы основные задачи исследования.

1. Разработать математическую модель процесса уплотнения (брикетирования) снега в рабочем органе. На основе данной математической модели получить зависимости, позволяющие определять такие параметры, как необходимое давление для создания блоков требуемой плотности, усилия для различных рабочих органов уплотнителя.

2. Разработать конструкции снегоуборочных машин с уплотнением снега в процессе его погрузки.

3. Разработать методику расчета и выбора параметров снегоуборочной машины, для чего необходимо определить оптимальные геометрические параметры снежных блоков при их

транспортировке, выявить закономерность изменения энергозатрат на изготовление блоков различных размеров, определить оптимальную плотность снежных блоков для их транспортировки.

На основе поставленных выше целей и задач была предложена методика исследования, включающая проведение аналитических и экспериментальных исследований.

Рассмотрен вопрос определения плотности снега перед погрузкой и непосредственно в кузове автосамосвалов. Для этого разработана методика определения плотности, изготовлен прибор и проведены серии замеров. Установлено, что средняя плотность обвалованного снега при данных условиях составляет $0,305 \text{ т/м}^3$, а средняя плотность вывозимого снега – $0,299 \text{ т/м}^3$. Сделан вывод, что в процессе погрузки снега стандартным снегопогрузчиком плотность снега изменяется незначительно.

Определена рациональность использования грузоподъемности автосамосвалов при вывозе снега. После проведения расчетов подтвердилось, что коэффициент использования грузоподъемности при вывозе снега с дорог низок, особенно на серийно выпускаемых автосамосвалах [2].

Описана методика эксперимента, включающая в себя цель и задачи эксперимента, выбор варьирующих факторов, описание проведения эксперимента, обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента, погрешность измерений при проведении испытаний [6]. Для проведения экспериментальных исследований разработана и сконструирована установка.

Математическая обработка экспериментальных данных позволила установить, что предложенная в качестве рабочей гипотезы математическая модель влияния прикладываемой нагрузки на изменения конечной плотности при брикетировании снега в замкнутом объеме для различных размеров штампов имеет высокий уровень адекватности.

Графически данная зависимость представлена на рисунке 1.

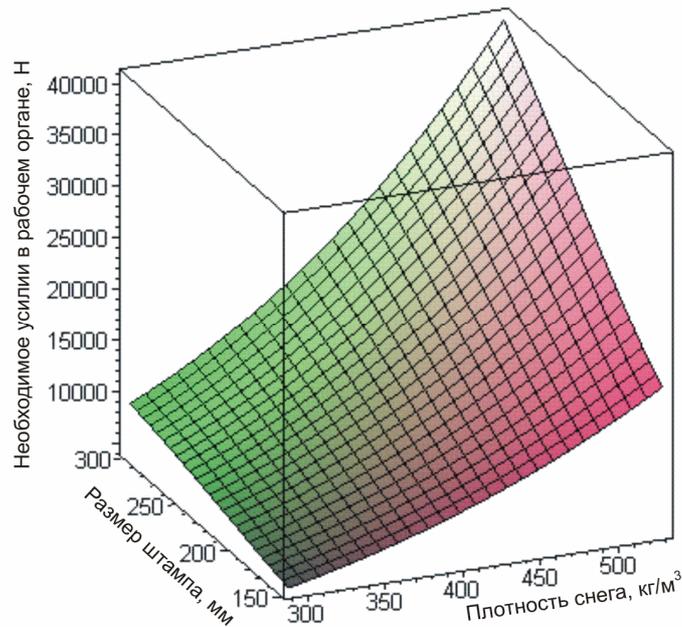


Рис. 1. Зависимость усилия в рабочем органе от размера и конечной плотности снежного блока.

С использованием поверхности данной зависимости можно легко определить усилие, которое необходимо развить в рабочем органе для создания уплотненных снежных блоков требуемой плотности и размера.

При анализе полученных данных замечено, что с увеличением размеров блока происходит уменьшение коэффициента заполнения кузова по объему и увеличение разброса данных относительно среднего значения. Это говорит о том, что с увеличением размера блока при самом негативном соотношении суммы длин блоков и длины кузова образуются все большие зазоры, которые, в свою очередь, при совпадении по всем трем сторонам дают резкое падение коэффициента заполнения.

При погрузке снега спрессованные снежные блоки из уплотняющего устройства поступают непосредственно в кузов самосвала. При этом они падают с некоторой высоты, ударяясь друг о друга или о дно кузова. При ударе часть кубов может разрушаться, что является нежелательным, так как уменьшается плотность общего объема снега в кузове.

В процессе выполнения работы проведены исследования по определению оптимальной плотности снежных блоков, исходя из необходимой прочности блоков и усилия, создаваемого на плунжере камеры уплотнения.

В качестве практического применения результатов исследований был разработан ряд конструкций снегоуборочных машин, уплотняющих снег в процессе погрузки [4]. Приведенные ниже конструкции (рис. 2 и 3) защищены патентами Российской Федерации. Эти машины позволяют создавать уплотненные блоки в процессе погрузки снега.

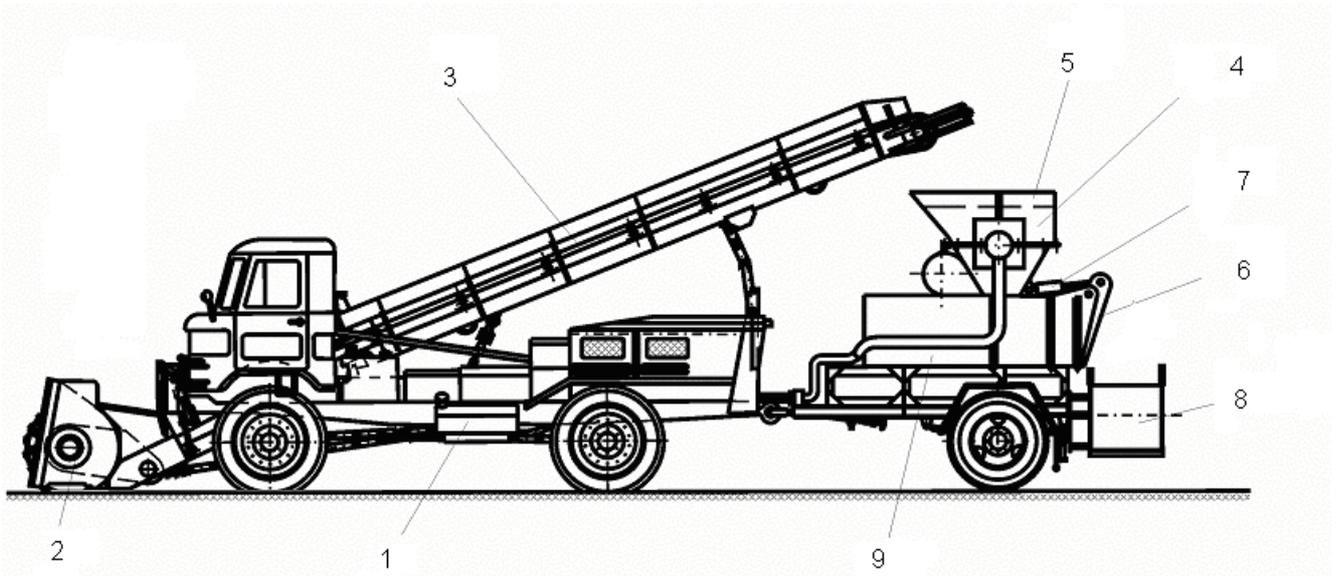


Рис. 2. Снегоуборочная машина:

1 – базовая машина; 2 – заборный орган; 3 – транспортер; 4 – приемный бункер; 5 – предохранительная решетка; 6 – торцевая стенка прессовальной камеры; 7 – гидроцилиндр открытия торцевой стенки; 8 – разгрузочный трап; 9 – прессовальная камера.

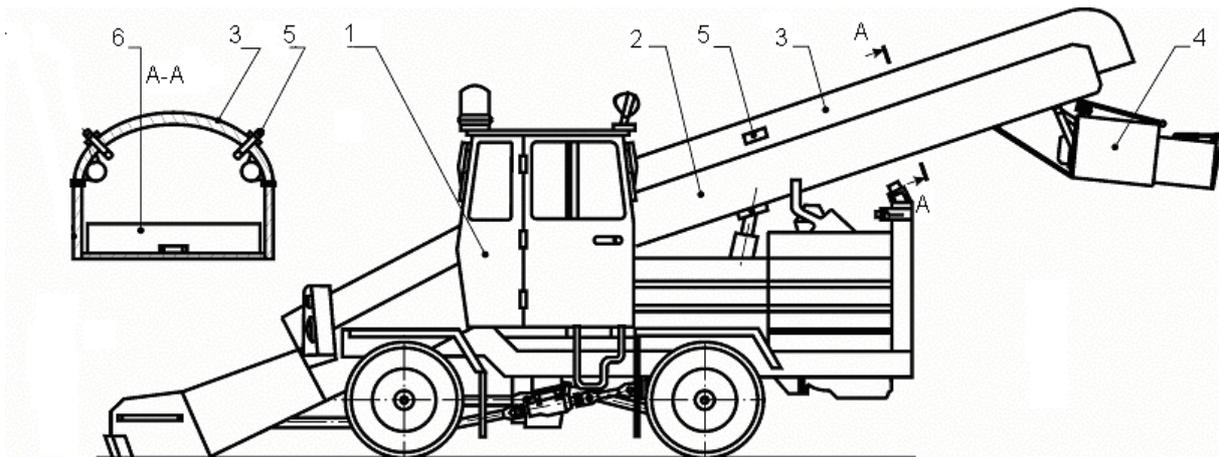


Рис. 3. Снегопогрузочная машина и устройство для уплотнения снега:

1 – базовая машина; 2 – транспортер; 3 – кожух транспортера; 4 – прессовальная камера; 5 – тепловое оборудование; 6 – лента транспортера.

На основе проведенных исследований была разработана методика расчета и выбора параметров работы снегоуборочной машины.

Основные положения методики расчета и выбора параметров снегоуборочной машины с возможностью уплотнения снега [5]

- Выбор размеров снежных блоков с точки зрения заполнения кузова по объему.
- Выбор размеров снежных блоков с точки зрения минимизации энергозатрат на изготовление.
- Определение необходимой плотности снежных блоков.

- Расчет геометрических параметров снегоуплотняющего устройства.
- Синхронизация работы уплотняющего органа с механизмами базовой машины [3].
- Расчет нагрузок в рабочем органе, необходимых для создания снежных блоков.
- Выбор гидроцилиндров рабочего органа, расчет гидросистемы, расчет мощности на уплотнение снега.

Выводы

1. В результате анализа исследований по применению уплотняющих машин в процессе уборки и вывоза снега с городских дорог установлено, что:

- необходимо дополнительно уплотнять снег перед его погрузкой в транспортное средство;
- отсутствует методика расчета и выбора параметров снегоочистительной машины с возможностью уплотнения снега в процессе погрузки, и отсутствуют конструкции подобных машин;
- отсутствуют математические зависимости процессов уплотнения снега в замкнутом объеме большими нагрузками.

2. Разработана математическая модель процесса брикетирования снега в рабочем органе. На основе данной математической модели были созданы новые зависимости, позволяющие определять такие параметры, как необходимое давление для создания блоков требуемой плотности, усилия для различных рабочих органов уплотнителя. В ходе экспериментального исследования была подтверждена адекватность зависимостей по представленной математической модели.

3. Для разработки методики расчета и выбора параметров снегоуборочной машины проведены следующие исследования:

- установлена плотность обвалованного снега на проезжей части и плотность снега во время его транспортировки в кузове автосамосвала и при погрузке серийно выпускаемыми снегопогрузчиками;
- выявлена зависимость изменения коэффициента заполнения кузова автосамосвала от размеров уплотненных снежных блоков;
- определены рациональные геометрические параметры снежных блоков при их транспортировке;
- выявлена закономерность изменения энергозатрат на изготовление блоков от размера и количества блоков;
- определена рациональная плотность снежных блоков при их транспортировке.

4. Разработаны оригинальные конструкции снегоуборочных машин с уплотнением снега в процессе его погрузки, защищенные патентами Российской Федерации.

5. Разработана методика расчета и выбора параметров снегоуборочной машины.

Список литературы

1. Егоров А.Л. Обоснование рабочих параметров снегоуборочной машины с уплотняющим рабочим органом : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень, 2004.
2. Егоров А.Л., Шаруха А.В., Мадьяров Т.М. Определение рациональности использования грузоподъемности автосамосвалов при вывозе снега с городских дорог // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – URL: <http://www.science-education.ru/106-7416> (дата обращения: 13.11.2012).
3. Егоров А.Л. Специфика проектирования систем управления снегоуборочной машиной // Материалы науч.-техн. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения В.И. Муравленко «Нефть и газ: проблемы недропользования, добычи и транспортировки. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2002.
4. Мерданов Ш.М. [и др.] Снегоуборочная машина : патент на изобретение RU 2207427 14.01.2002.
5. Мерданов Ш.М., Егоров А.Л. Методика расчета и выбора параметров снегоуборочной машины // Нефть и газ. – 2004. – № 6. – С. 97-102.
6. Мерданов Ш.М. Снеголедовые дороги: исследования, конструкции, технологии строительства, механизированные комплексы. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2006. – 160 с.

Рецензенты

Мерданов Шахбуба Магомедкеримович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Транспортные и технологические системы», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

Кушнир Семен Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры «Транспортные и технологические системы», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.