

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УПЛОТНЕНИЯ СНЕГА

Егоров А. Л., Мерданов М. Ш., Черняков Е. Н., Чернякова О. О.

ГОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет» Тюмень, Россия (625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38), e-mail: general@tsogu.ru

В нашей стране из-за специфических климатических условий очень остро стоит проблема уборки снега с автомобильных дорог. Снегоуборочные работы требуют внедрения более эффективных методов осуществления. Необходимо снизить стоимость и уменьшить время на производство уборки снега на автомобильных дорогах. Кроме того, число автомобилей постоянно растет, что существенно затрудняет снегоочистительные работы. Исходя из технической задачи, нами рассмотрены несколько экспериментальных установок для уплотнения снега. Данная проблема активно изучается российскими учеными. Основной идеей послужило внедрение процесса уплотнения снега во время погрузки в транспортные средства. Проведены практические эксперименты уплотнения снега с использованием разных видов оборудования. В итоге, получаем, что чем выше плотность снега, который вывозят с мест уборки, сокращается число занятых машин и повышается эффективность снегоуборочных комплексов, не перегружая транспортные магистрали дополнительной техникой.

Ключевые слова: снег, уплотнение снега, утилизация снега.

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF COMPACTED SNOW

Egorov A. L., Merdanov M. Sh., Chernyakov E. N., Chernyakova O. O.

Tyumen state oil and gas university, e-mail: general@tsogu.ru

In our country, because of the specific climatic conditions of a very acute problem of clearing snow from roads. Snow removal jobs require the introduction of more efficient methods of implementation. Need to reduce costs and reduce production time clearing snow on the roads. In addition, the number of cars is growing, making it difficult to Snow clearance operation. On the basis of the technical problem that we have considered a number of pilot plants for snow compaction. This issue is being actively studied by Russian scientists. The basic idea was the introduction of densification of snow during the loading of vehicles. Conducted practical experiments snow compaction using different types of equipment. As a result, we find that the higher the density of the snow, which are taken from the floor cleaning machines reduces the number of employees and increases the efficiency of snow removal systems, without overloading the highways of additional equipment.

Keywords: snow, snow compaction, disposal of snow.

В нашей стране из-за специфических климатических условий очень остро стоит проблема уборки снега с автомобильных дорог. Снегоуборочные работы требуют внедрения более эффективных методов осуществления. Необходимо снизить стоимость и уменьшить время на производство уборки снега на автомобильных дорогах

Данная проблема активно изучается авторами, Егоров А. Л. в своей диссертации представил специализированную машину со снегоуплотняющим органом [2,4]. Основной идеей послужило внедрение процесса уплотнения снега во время погрузки в транспортные средства.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана и сконструирована установка, ее основные части: 1 – станина с направляющими для винта, 2 – легкоразборная прозрачная форма, 3 – измерительная шкала, 4 – уплотняемый материал, 5 – штамп, 6 – динамометр, 7 – винт.

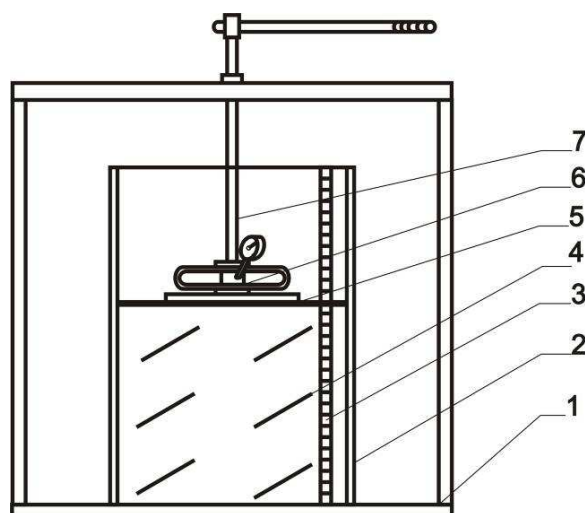


Рис. 1. Экспериментальная установка

Установка позволяет получать зависимости влияния прикладываемой нагрузки на изменение конечной плотности, при различных размерах штампов. На основе предложенной математической модели выведена формула для нахождения необходимого усилия в рабочем органе F для создания блока требуемой плотности p и размера S . Она имеет вид:

$$F = S \left(\frac{\rho - f_1(S)}{f_2(S)} \right)^{f_3(S)}$$

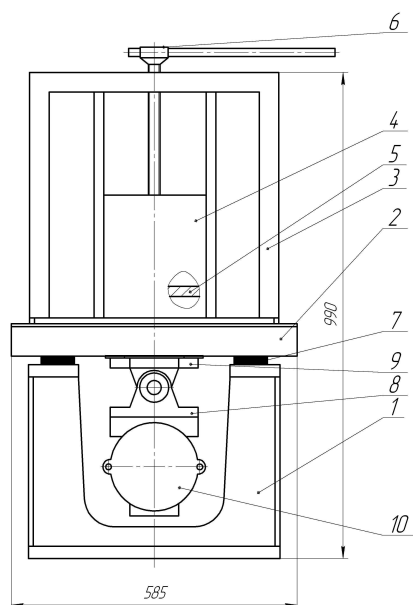
где $f_1(S)$, $f_2(S)$, $f_3(S)$ – функции, полученные при анализе экспериментальных исследований. После подстановки численных значений она принимает вид:

$$f(s, p) := 0.4542043746 \cdot 10^{-10} s^2 \left(\frac{p - 0.00054576 s^2 - 0.08301 s + 239.3134}{\left(\frac{s}{25} - 5 \right)^{0.0494}} \right)^{3.57}$$

Кроме того, в ходе исследования выявлены закономерности изменения плотности снега, а также были установлены рациональные геометрические и физические параметры снежных блоков.

Исследования продолжил Шаруха А. В. В своей работе на примере строительства снеголедовых дорог [6] он предложил дополнить технологию путем внедрения в процесс брикетирования снега вибрации. В ходе исследования были выявлены необходимые параметры нагрузки для получения брикетов необходимой плотности. Также разработан математический аппарат для расчета параметров рабочего органа снегоуборочной машины. В диссертационной работе рассмотрены процессы, происходящие при виброуплотнении снега в замкнутом объеме.

Для проведения экспериментов использовалась установка, выполненная на основе виброплощадки и показанная на рисунке 2.



- 1 – станина,
- 2 – платформа,
- 3 – рама,
- 4 – форма,
- 5 – пуансон,
- 6 – винт с рукояткой,
- 7 – упругий элемент (пружина),
- 8 – нижняя опора,
- 9 – верхняя опора,
- 10 – вибровозбудитель.

Рис. 2. Установка для виброуплотнения снега

После изготовления снежных брикетов производились регистрация значений их массы и геометрических размеров.

В результате обработки экспериментальных данных получены численные коэффициенты математических моделей. Зависимость конечной плотности снежных блоков (ρ) от величины внешней нагрузки (P) и частоты вибрации (ω) $\rho = f(\omega, P)$ получила следующий вид.

$$\rho = 267,71 + 1,53 \cdot 10^{-7} \cdot \omega^4 + (9,8 + 1,2 \cdot 10^{-7} \cdot \omega^5) \cdot P^{(0,29 - 1,42 \cdot 10^{-8} \omega^4)}$$

Результатом данных исследований стало доказательство гипотезы о рациональности использования вибрации в процессе уплотнения снега, а также доказано, что при использовании вибрации в замкнутом объеме может быть получен эффект в виде экономии затрат на уплотнение.

Ученый из МАДИ Быков В. Ю. также производил исследования в данной области. Особенностью его научных трудов является повышение эффективности процесса прессования снега за счет его вакуумирования [1]. Было установлено, что снег обладает такими физическими свойствами, как пористость и обусловленная ею воздухопроницаемость снега. Отмечено, что характер взаимосвязи воздухопроницаемости и пористости сильнее всего зависит от структуры снега и, в частности, от размеров зерен.

Экспериментальный стенд (рис. 3) позволяет выполнять комплекс исследований процесса уплотнения снежной массы в различных условиях, в том числе с

вакуумированием. Стенд оснащен автоматизированными системами регистрации и обработки широкой номенклатуры экспериментальных данных.

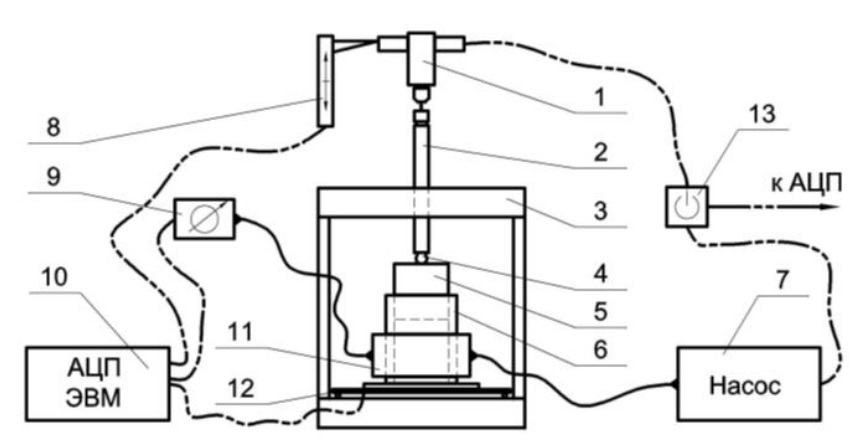


Рис. 3. Схема экспериментального стенда

1 – электродвигатель; 2 – винт; 3 – швеллерная рама; 4 – шаровая пята; 5 – поршень; 6 – прессовая камера; 7 – вакуумный насос; 8 – датчик хода поршня; 9 – датчик давления; 10 – аналого-цифровой преобразователь, подключенный к ПК; 11 – вакуумный бондаж прессовой камеры; 12 – тензометрические весы; 13 – датчик начала/окончания опыта.

Таким образом была теоретически установлена и экспериментально подтверждена зависимость энергетических затрат на прессование снега с одновременным его вакуумированием.

За счет вакуумирования удалось уменьшить объем прессуемого снега. Был оптимизирован рабочий процесс, что позволяло сделать процесс снегоуборки более эффективным. Также были оптимизированы затраты ресурсов энергии и разработана методика расчета параметров вакуумирующего снегопрессового оборудования. Доказано, что в зависимости от интенсивности отвода газовой фазы, возможно проводить прессование снега с требуемыми характеристиками.

Во всех работах утверждалось, что задача прессования снега – это, в первую очередь, задача уменьшения пористости снега. И в итоге, доказано, что, чем выше плотность снега, который вывозят с мест уборки, сокращается число занятых машин и повышается эффективность снегоуборочных комплексов, не перегружая транспортные магистрали дополнительной техникой. Интенсификация отвода газовой фазы, содержащейся в порах снежной массы, позволяет добиться повышения степени ее уплотнения при одновременном снижении требуемых для этого усилий.

На основе экспериментальных исследований установлено влияние прикладываемой нагрузки на изменение конечной плотности снега при брикетировании его в замкнутом объеме статически, с вибрацией и вакуумированием. Учеными разработаны и предложены

варианты навесного оборудования дорожно-строительных машин для уплотнения снега [3,5], для намораживания снега и для изготовления снежных брикетов и ледяных блоков.

Список литературы

1. Быков В. Ю. Определение параметров процесса прессования снега и вакуум-прессового оборудования для снегоуборочной машины: Автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 2010. – 19 с.
2. Егоров А. Л., Федотов В. В., Федотова Е. А. Обоснование рабочих параметров снегоуборочной машины с уплотняющим рабочим органом // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1; URL: www.science-education.ru/107-7661 (дата обращения: 04.09.2013).
3. Карнаухов Н. Н., Мерданов Ш. М., Егоров А. Л., Закирзаков Г. Г., Иванов А. А. Снегопогрузочная машина и устройство для уплотнения снега // Свидетельство на полезную модель №28133. 2003 г. Бюл. № 7.
4. Мерданов Ш. М., Егоров А. Л. Методика расчета и выбора параметров снегоуборочной машины // Нефть и газ. – 2004. – № 6. – С. 97-102.
5. Мерданов Ш. М., Карнаухов Н. Н., Оржаховский В. Г., Закирзаков Г. Г., Фатуллаев Э. Ф., Егоров А. Л. Снегоуборочная машина // Патент РФ на изобретение №2207427.2002 Бюл. № 5.
6. Шаруха А. В. Обоснование параметров вибрационного рабочего органа объемного типа снегобрикетирующей машины: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Тюмень, 2007. – 16 с.

Рецензенты:

Захаров Николай Степанович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Сервис автомобилей и технологических машин», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.

Мерданов Шахбуба Магомедкеримович, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Транспортные и технологические системы», ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.