

УДК (УДК) 629.464.25

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА РАБОТУ РОТОРНОГО
СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ: АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХTHE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE OPERATION
OF A ROTARY SNOW BLOWER: AN ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DATAАлешков Д.С., Тетерина И.А.
Aleshkov D.S., Teterina I.A.Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (Омск, Россия)
Siberian State Automobile and Highway University (Omsk, Russian Federation)

Аннотация. От температурных параметров внешней среды зависят такие показатели работы роторного снегоочистителя как энергоэффективность и производительность, а также от которых во многом зависит качество уборки. В статье описан программно-аппаратный комплекс, предназначенный для сбора и обработки данных о работе фрезерно-роторного снегоочистителя. Особенностью разработки является возможность оценки взаимосвязи конструктивных и эксплуатационных параметров машины с характеристиками внешней среды. Представлена блок-схема, отражающая основные элементы программно-аппаратного комплекса и подробно описан измерительный модуль, включающий многозвенное погружное устройство. Разработанное устройство, позволяет одновременно оценивать температуру нескольких сред, что является важным фактором при проведении экспериментальных исследований, в которых одновременно должна быть дана оценка температуры окружающей среды и температуры разрабатываемой среды. В виде фотографий, сделанных во время проведения экспериментальных исследований, в статье представлены фрагменты структуры снежной массы уплотненного и разрыхленного снега. Предложена общая схема многозвенного погружного устройства для измерения температуры. Экспериментальный образец измерительного устройства был собран и апробирован в реальных условиях. В виде контурных графиков представлены некоторые результаты работы программно-аппаратного комплекса, отражающие взаимосвязь параметров снегоуборочной техники с параметрами внешней среды.

Ключевые слова: роторный снегоочиститель, снежная масса, датчик, температура

Дата получения статьи: 21.05.2026
Дата принятия к публикации: 17.08.2026
Дата публикации: 25.09.2026

Abstract. The temperature parameters of the external environment influence such performance indicators of a rotary snow blower as energy efficiency and productivity, which also largely determine the quality of cleaning. The article describes a hardware and software system designed to collect and process data on the operation of a rotary snow blower. A special feature of the development is the ability to assess the relationship between the design and operational parameters of the machine and the characteristics of the external environment. A block diagram is presented, reflecting the main elements of the hardware and software complex, and a measuring module, including a multi-link submersible device, is described in detail. The developed device allows for the simultaneous assessment of the temperature of several environments, which is an important factor when conducting experimental studies in which the ambient temperature and the temperature of the environment being developed must be assessed simultaneously. The article presents fragments of the structure of compacted and loosened snow masses using photographs taken during experimental studies. A general design for a multi-link immersion temperature measurement device is proposed. An experimental prototype of the measuring device was assembled and tested under real-world conditions. Some results of the hardware and software system's operation are presented in the form of contour graphs, reflecting the relationship between snow removal equipment parameters and environmental parameters.

Keywords: rotary snow blower, snow mass, sensor, temperature

Date of manuscript reception: 21.05.2026
Date of acceptance for publication: 17.08.2026
Date of publication: 25.09.2026



Сведения об авторах:

Алешков Денис Сергеевич – доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», e-mail: denisaleshkov@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4204-7221>

Тетерина Ирина Алексеевна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», e-mail: iateterina@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8012-8511>

Authors' information:

Denis S. Aleshkov – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), e-mail: denisaleshkov@mail.ru

ORCID: 0000-0003-4204-7221

Irina A. Teterina – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), e-mail: iateterina@mail.ru

ORCID: 0000-0001-8012-8511

1. Введение

На сегодняшний день накоплен значительный объем результатов экспериментальных исследований роторных снегоочистителей. Как правило, данные работы сосредоточены на изучении влияния конструктивных и технологических параметров фрезы горизонтального питателя, а также ее модификаций в зоне загрузочного окна [1, 2]. Исследования динамики снежной массы зачастую ограничиваются анализом поведения снежных лавин [2], при этом в лабораторных условиях вместо натурального снега широко применяются имитирующие материалы со схожими физико-механическими характеристиками [3, 4]. Использование аналогов обусловлено сезонностью использования снегоочистителей и сжатыми сроками проведения экспериментов, не позволяющими дожидаться соответствующих погодных условий и необходимого объема осадков [5, 6].

Вместе с тем, вопросы полевых испытаний фрезерно-роторных снегоочистителей с нестандартной геометрией рабочих органов остаются малоизученными. Особую научную и практическую ценность представляют исследования, в которых в качестве разрабатываемой среды выступает непосредственно снежный массив, а не его физические модели. Необходимость получения достоверных данных в реальных условиях эксплуатации определяет актуальность разработки специализированных средств измерения, способных учитывать сложное взаимодействие машины с окружающей средой.

2. Постановка задачи

Цель исследования заключается в выявлении зависимостей между технологическими параметрами вертикального питателя роторного снегоочистителя и характером движения снежной массы. Особое внимание уделено обоснованию концепции пассивного управления траекторией транспортируемого материала путем использования упрощенных геометрических форм в конструкции питателя.

3. Основная часть

Для достижения поставленной цели разработан специализированный программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить измерения в условиях реального снежного массива. Комплекс включает в себя:

- сенсоры (датчик угла/акселерометров, экшн-камера с кадровой частотой 120 к/сек, ваттметр);

- ЭВМ для сбора, обработки и представления данных (программное обеспечение для обработки распределения маркеров в снежном потоке, ноутбук, смартфоны) [7, 8].

На рис. 1 представлена блок-схема программно-аппаратного комплекса, выделены принципиальные блоки системы «среда – средства измерения – рабочие органы». Все составляющие программного комплекса связаны между собой, взаимно дополняют друг друга и в совокупности дают целостное представление об исследуемом объекте [9].

Изучение температуры снега и температуры окружающей среды при исследовании работы снегоочистителей необходимо

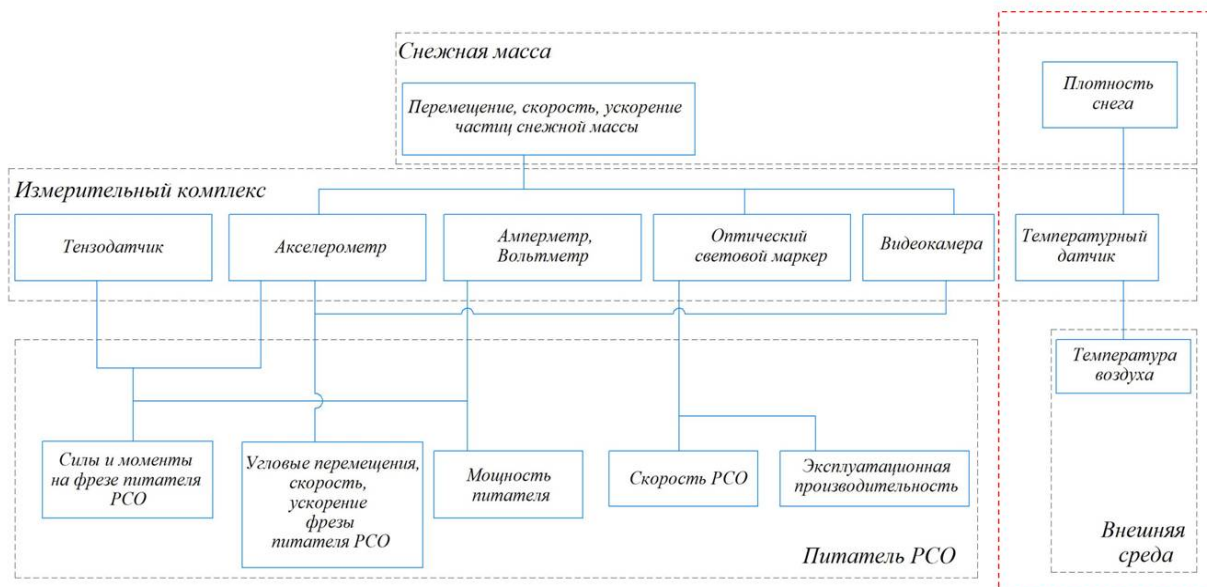


Рис. 1. Блок-схема программно-аппаратного комплекса

для оценки физико-механических свойств снежного покрова, которые напрямую влияют на энергоемкость, качество уборки и выбор режима работы снегоочистителя.

Снег является термодинамически нестабильным материалом, и его характеристики меняются в зависимости от температуры и его структуры [10]. Что может оказывать существенное влияние на формирование отряда по проведению снегоочистных работ. Роторные снегоочистители участвуют как в патрульной снегоочистке при удалении свежеснежавшего снега, так и при удалении сформированного снежного массива. На рис. 2 представлены фрагменты структуры снежной массы формирующей уплотненный снег снежного массива и разрыхленный снег, образующий снежную призму, сформированную отвалом бульдозера, или щеткой [9].

Правая часть блок-схемы предполагает изучение характеристик внешней среды в период проведения снегоочистных работ. Речь идет о характеристиках, которые способны оказать влияние на эффективность работы роторного снегоочистителя. К таким характеристикам отнесены температура окружающей среды, температура снега и его плотность [7].

Правая часть блок-схемы предполагает изучение характеристик внешней среды в период проведения снегоочистных работ.



а)



б)

Рис. 2. Фрагменты структуры снежной массы: а – уплотненный снег; б – разрыхленный снег

Речь идет о характеристиках, которые способны оказать влияние на эффективность работы роторного снегоочистителя. К таким

характеристикам отнесены температура окружающей среды, температура снега и его плотность [7].

Для фиксации температур внешних сред (снежный массив и воздушная среда) был предложен оригинальный вариант контрольно-измерительной техники, способный производить измерение температурных полей нескольких сред одновременно. Прибор способен обеспечить одновременное точное и бесконтактное измерение температуры в газовой и сыпучих средах, а также на границах контакта перечисленных сред (т.е. в нескольких средах). Следовательно, прибор пригоден для измерения температуры воздуха окружающей среды, температуры на поверхности и внутри снежной массы.

Общий вид многозонного погружного устройства изображен на рис. 3.

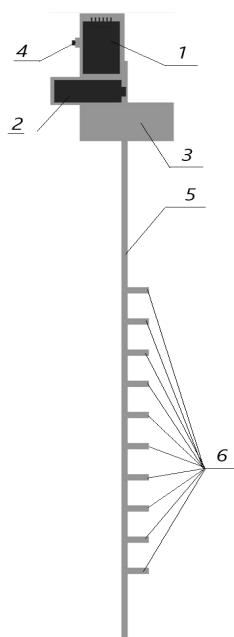


Рис. 3. Многозонное погружное устройство для измерения температуры

Прибор включает в себя модуль/блок беспроводной связи Bluetooth USB-адаптер (1), микроконтроллер (2), модуль/блок питания (3), кнопка-переключатель с фиксацией (4), жесткий телескопический наконечник (5) с рядом резистивных температурных датчиков (6), расположенных на равном расстоянии друг от друга [3].

Включается прибор посредством подачи постоянного напряжения 9В. Телескопический наконечник с рядом резистивных температурных датчиков располагается таким образом, чтобы датчики взаимодействовали со всеми исследуемыми средами. Величина заглубления наконечника и расстояние между датчиками зависит от целей наблюдателя. Массив данных непрерывно передается по беспроводному каналу связи Bluetooth и (или) WiFi [7].

Расстояние по высоте между отдельными датчиками (сенсорами) составляет 25 мм. Количество датчиков без изменения конструкции и общая высота (длина/глубина) на которой располагаются датчики, зависит от такого показателя прецизионности как время, а так же от целей наблюдателя [8].

Для проверки работоспособности был изготовлен опытный образец предложенного многозонного погружного устройства для измерения температуры. На образце был проведен ряд полевых испытаний, в результате которых прибор зарекомендовал себя как работоспособный и перспективный (рис. 4. а, б).

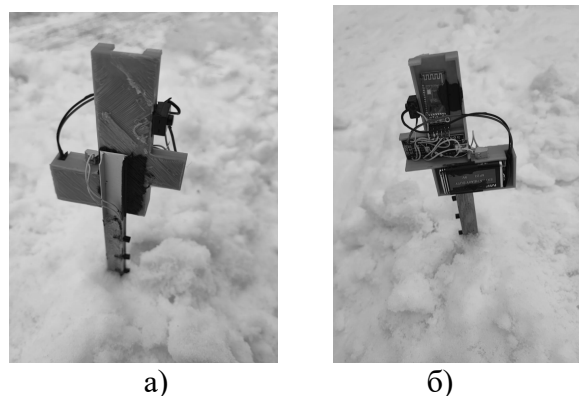


Рис. 4. Опытный образец погружного устройства: а – вид спереди; б – вид сзади

Проведен пассивный однофакторный эксперимент. В качестве выходного параметра выступала температура, T , регистрируемая датчиками погружного устройства, входным параметром являлась снежная масса снежной призмы. План эксперимента заключался в следующем: погружное устройство включалось и устанавлива-

лось в искусственно сделанную снежную призму согласно рис. 5, таким образом, чтобы у двух датчиков температуры отсутствовал контакт со снежной массой, при этом средняя высота призмы составила $h \approx 0,14$ м; регистрируемые значения с датчиков и текущее время сохранялись в файл. Параллельно проводились измерения температуры окружающего воздуха, затем полученные значения сравнивались со значениями температур, измеренных датчиками погружного устройства, которые находились вне снежной призмы.

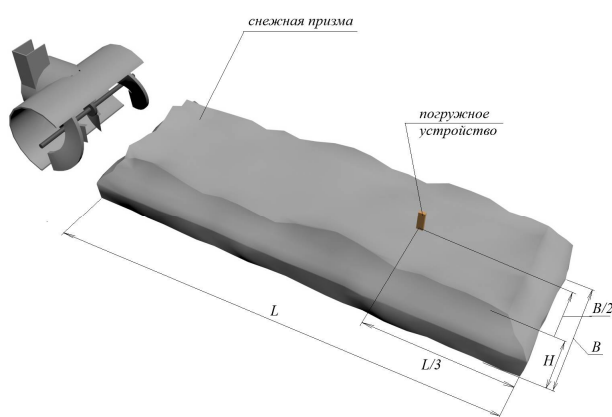


Рис. 5. Схема установки погружного устройства, где L – длина снежной призмы для испытаний роторного снегоочистителя; B – ширина снежной призмы равна ширине захвата роторного снегоочистителя; H – высота снежной призмы

В результате проведенных экспериментальных исследований были сформированы массивы данных о температуре окружающей среды и температуре внутри снежной массы. Картограммы и трехмерные поверхностные диаграммы, отражающие характеристики исследуемых сред [11, 12] строились по 9-точечному взвешенному скользящему среднему для сглаживания возникающих «шумов». Расхождение значений температур датчиков погружного устройства, расположенных вне снежной массы и результатов измерения температуры воздуха составило $\Delta T = \pm 1$ °C.

На рис. 6 представлены картограммы изменения температуры окружающей среды и температуры снежной призмы (разрыхлен-

ный снег) по глубине установки датчиков и времени.

На рис. 7 представлены картограммы изменения температуры окружающей среды и температуры снежной призмы из уплотненного снега от глубины установки датчиков и времени.

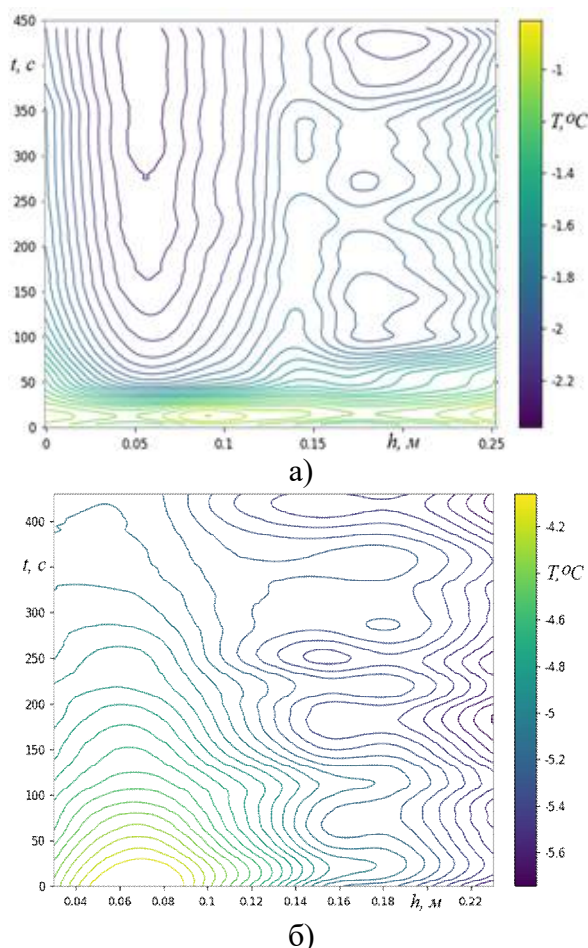


Рис. 6. Картограммы изменения T , °C от h , м установки датчиков в воздухе и в снежной призме по t , с: а – при температуре окружающего воздуха $T = -3$ °C; б – при температуре окружающего воздуха $T = -5$ °C

Из рис. 6 и 7 видно, что продолжительность переходного процесса, τ , для датчиков погружного устройства главным образом зависит от структуры снега. Так, для датчиков, расположенных внутри снежной призмы из уплотненного снега градиент температуры при $\tau \approx 50$ с, стабилизируется в пределах погрешности датчиков температуры (рис. 7) и дальнейшие наблюдения качественно не влияют на результаты, поэтому продолжи-

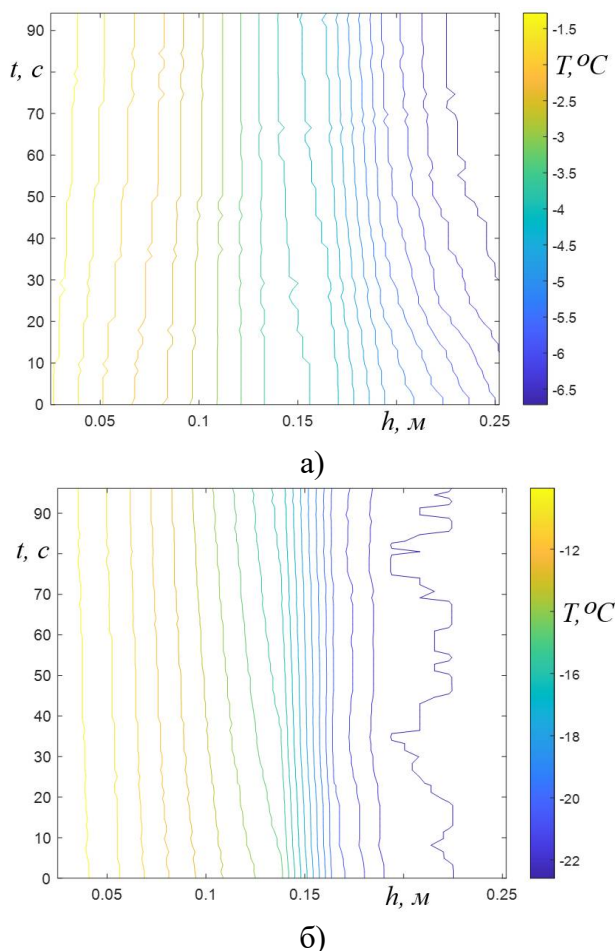


Рис. 7. Картограммы изменения $T, ^\circ\text{C}$ от $h, \text{м}$ установки датчиков в воздухе и в снежном массиве по $t, \text{с}$: а – при температуре окружающего воздуха $T = -7 ^\circ\text{C}$; б – при температуре окружающего воздуха $T = -22 ^\circ\text{C}$

тельность наблюдений ограничена $\tau \approx 90 \text{ с}$. В случае разрыхленного снега (рис. 6), $\tau \approx 350 \dots 400 \text{ с}$, а продолжительность наблюдений в пределах $\tau \approx 400 \text{ с}$, позволяет получить стабилизацию температурного поля по высоте снежной призмы. Датчики погружного устройства, расположенные вне снежной призмы, чувствительны к движению воздуха, что обуславливает нестационарность температурного поля при $h > 0,14 \text{ м}$ (рис. 6, рис. 7 б). Так как по условиям эксперимента средняя высота призмы составила $h \approx 0,14 \text{ м}$. Это позволяет наблюдать границу раздела сред и судить о состоянии наружной поверхности снежной призмы, для неуплотненной снежной призмы образованной из отдельных кусковых образований, что характерно для снежной призмы образованной при прохож-

дении снегоочистительной техники оборудованной отвалом, колебания температур воздуха по вертикали существенно нестационарны, и может быть обусловлено появлением вертикальной составляющей скорости движения воздуха (рис. 6).

В случае уплотненного снега изменение температуры воздуха в пределах $0,02 \text{ м}$ по высоте от границы раздела сред носит ярко выраженный постоянный характер (рис. 7), что может быть объяснено отсутствием локальных неровностей на поверхности снежной призмы. При дальнейшем росте высоты начинает оказывать влияние горизонтальная составляющая движения воздуха, обусловленная ветровой нагрузкой, на показания температурного датчика (рис. 7, б).

Так же из представленных зависимостей можно сделать вывод о том, что при одинаковой высоте снежного массива, при уплотненном снежном массиве перепад температур на 60% больше, чем у неуплотненной снежной призмы.

Известно, что коэффициенты внешнего трения f_1 и внутреннего трения f_2 зависят от плотности и температуры [6, 13]. При заданной плотности снежной массы и известном характере температур возможен более точный учет распределения коэффициентов трения в математической модели перемещения вырезанной снежной массы в узлах роторного снегоочистителя.

Из представленных зависимостей, с учетом [6, 14] можно сделать вывод, что при вырезании снежного массива, изменение f_2 транспортируемой снежной массы в зависимости от глубины, изменяется максимум на $0,008$ для плотного из крупнозернистого фирна снега (плотностью $380 \dots 480 \text{ кг/м}^3$ в диапазоне температур от -4 до $-22 ^\circ\text{C}$). Для плотности снега $290 \dots 360 \text{ кг/м}^3$ при температурах ниже -22 f_2 изменяется максимум на $0,1$. Учитывая широту диапазона изменения f_2 на каждые два градуса изменения температуры снега наблюдается его изменение на $0,008$.

Коэффициент внешнего трения, с ростом плотности изменяется в интервале от $0,007$ до $0,002$, т.е. на каждые два градуса изменения температуры снега в диапазоне темпера-

тур от -4 до -16 °C, f_1 изменяется на 0,004. С дальнейшим увеличением плотности f_1 остается постоянным.

6. Обсуждение и выводы

Результаты проведенных экспериментальных исследований показали работоспособность и эффективность использования многозвенного погружного устройства для измерения температуры, в том числе позволили сделать вывод о том, что для маломощных роторных снегоочистителей в зависимости от высоты забоя коэффициент внешнего трения возрастает на 0,004 от верхнего к нижнему слоям снежного массива, а внутреннего уменьшается на 0,008.

Например, коэффициент внутреннего трения у основания снежной призмы, $h \approx 0,14$ м, с плотностью снега $290 \dots 360$ кг/м³ при температуре снега $-1,5$ °C (рис. 7а), $f_2 = 0,37$ увеличивается с высотой снежной призмы достигая на ее поверхности значений порядка $f_2 = 0,4$. Что касается коэффициента внешнего трения для той же плотности снега и его температуры, то в основании снежной призмы $f_1 = 0,9$, на ее поверхности может достигать значения $f_2 = 0,88$. Данные результаты носят модельный характер, так как не явля-

лись основной целью данного исследования, но имеют важное практическое значение с точки зрения повышения эффективности работы роторных снегоочистителей.

Основными направлениями дальнейших исследований являются совершенствование программного обеспечения многозвенного погружного устройства для измерения температуры с целью возможности получения «сглаженных» значений, не требующих дополнительной обработки и их дальнейшей интеграции в программно-аппаратный комплекс, что в совокупности с одновременными измерениями плотности снега и его коэффициентов внешнего и внутреннего трения позволит получить уточненную физическую модель снежной массы с которой взаимодействуют рабочие органы снегоочистительной техники.

Знание характера изменения температуры по высоте снежного массива, позволяет в дальнейшем перейти к уточнению математической модели движения снежной массы с учетом влияния температурного эффекта на коэффициенты трения снежной массы при ее взаимодействии с рабочими поверхностями роторного снегоочистителя.

Список литературы

1. Moldakhanov B., Doudkin M., Kim A., Rogovsky V. Experimental Studies of the Physical Model of the Milling-Rotary Snow Cleaner. *International Review of Mechanical Engineering (IREME)*. 2021. Vol. 15. P. 453. DOI: 10.15866/ireme.v15i9.20952.

2. Moldakhanov B., Doudkin M., Kim A., Rogovsky V., Andryukhov N. Experimental study of the snow removal process by helical blade of the milling feeder. *Journal of Applied Engineering Science*. 2022. Vol. 21. P. 1-10. DOI: 10.5937/jaes0-39760.

3. Алешков Д.С., Корчагин П.А., Тетерина И.А., Хирьянов Е.В. Исследование силовых характеристик рабочего оборудования роторного снегоочистителя // Научно-технический вестник Брянского госу-

References

1. Moldakhanov B., Doudkin M., Kim A., Rogovsky V. Experimental Studies of the Physical Model of the Milling-Rotary Snow Cleaner. *International Review of Mechanical Engineering (IREME)*. 2021. Vol. 15. P. 453. DOI: 10.15866/ireme.v15i9.20952.

2. Moldakhanov B., Doudkin M., Kim A., Rogovsky V., Andryukhov N. Experimental study of the snow removal process by helical blade of the milling feeder. *Journal of Applied Engineering Science*. 2022. Vol. 21. P. 1-10. DOI: 10.5937/jaes0-39760.

3. Aleshkov D.S., Korchagin P.A., Teterina I.A., Hiryanov E.V. Issledovanie silovykh kharakteristik rabochego oborudovaniya rotornogo snegoochistitelya. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2023.

- дарственного университета. 2023. № 3. С. 210-217. DOI: 10.22281/2413-9920-2023-09-03-210-217
4. Mede T., Chambon G., Nicot F., Hagenmuller P. Micromechanical investigation of snow failure under mixed-mode loading. *International Journal of Solids and Structures*. 2020. Vol. 199, P. 95-108. DOI: 10.1016/j.ijsolstr.2020.04.020
5. McClung D., Borstad C. Probabilistic size effect law for mode II fracture from critical lengths in snow slab avalanche weak layers. *Journal of Glaciology*. 2019. Vol. 65(249). P. 157-167. DOI: 10.1017/jog.2018.88
6. Шалман Д. А. Исследование рабочих органов фрезерно-роторных снегоочистителей // Строительные и дорожные машины. 1961. № 6. С. 30-33.
7. Алешков Д.С., Летопольский А.Б., Тетерина И.А. Определение параметров режущей полосы фрезы питателя снегоочистителя // Грузовик. 2024. № 10. С. 48-51. DOI: 10.36652/1684-1298-2024-10-48-51
8. Снегоочиститель с вертикальным ротором и продольным питателем. Алешков Д.С., Летопольский А.Б., Тетерина И.А., Суковин М.В. Патент на полезную модель RU 235918 U1, 17.07.2025. Заявка № 2025103236 от 14.02.2025.
9. Алешков Д.С., Летопольский А.Б., Тетерина И.А. Определение прочностных характеристик роторного снегоочистителя // Международная научно-практическая конференция им. Д.И. Менделеева, посвященная 60-летию ТИУ. Сборник статей конференции. В 3-х томах. Тюмень, 2025. С. 175-178.
10. Карюк В. М., Мальков А. В., Бойков В. Н., Суродеев А. С. Экспериментальное определение методической погрешности измерения температуры газового потока в стальной трубе с помощью накладных датчиков температуры // Экспозиция Нефть Газ. 2017. № 5(58). С. 102-104.
11. Дунаева И. В., Казаков В. М., Сладков Д. В. Влияние размещения датчика температуры на погрешность измерения температуры рабочего тела в полостях № 3. С. 210-217. DOI: 10.22281/2413-9920-2023-09-03-210-217 (In Russian)
4. Mede T., Chambon G., Nicot F., Hagenmuller P. Micromechanical investigation of snow failure under mixed-mode loading. *International Journal of Solids and Structures*. 2020. Vol. 199, P. 95-108. DOI: 10.1016/j.ijsolstr.2020.04.020
5. McClung D., Borstad C. Probabilistic size effect law for mode II fracture from critical lengths in snow slab avalanche weak layers. *Journal of Glaciology*. 2019. Vol. 65(249). P. 157-167. DOI: 10.1017/jog.2018.88
6. Шалман, Д. А. Исследование рабочих органов фрезерно-роторных снегоочистителей. *Stroitelnye i dorozhnye mashiny*. 1961. № 6. P. 30-33. (In Russian)
7. Aleshkov D.S., Letopol'skij A.B., Teterina I.A. Opredelenie parametrov rezhushchej polosy frezy pitatelya snegoochistitelya. *Gruzovik*. 2024. № 10. S. 48-51. DOI: 10.36652/1684-1298-2024-10-48-51 (In Russian)
8. *Snegoochistitel s vertikalnym rotorom i prodolnym pitatelem* [Snow blower with vertical rotor and longitudinal feeder]. Aleshkov D.S., Letopol'skij A.B., Teterina I.A., Sukovin M.V. Patent na poleznuyu model' RU 235918 U1, 17.07.2025. Zayavka № 2025103236 ot 14.02.2025. (In Russian)
9. Aleshkov D.S., Letopol'skij A.B., Teterina I.A. Opredelenie prochnostnyh harakteristik rortornogo snegoochistitelya. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya im. D.I. Mendeleeva, posvyashchennaya 60-letiyu TIU. Sbornik statej konferencii*. V 3-h tomah. Tyumen', 2025. P. 175-178. (In Russian)
10. Karyuk V.M., Malkov A.V., Bojkov V., Surodeev A.S. Eksperimentalnoe opredelenie metodicheskoy pogreshnosti izmereniya temperatury gazovogo potoka v stal'noj trube s pomoshchyu nakladnyh datchikov temperatury. *Ekspozitsiya Neft Gaz*. 2017. № 5(58). P. 102-104. (In Russian)
11. Dunaeva I. V., Kazakov V. M., Sladkov D. V. Vliyanie razmeshcheniya datchika temperatury na pogreshnost izmereniya temperatury rabocheho tela v polostyah mnogokamernogo eksperimentalnogo ustrojstva. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*. 2018. № 11. P. 14-20. (In Russian)

многокамерного экспериментального устройства // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 11. С. 14-20.

12. Афанасьев Д. Е. Ли-Фир-су Р. П. Определение оптимального количества датчиков для измерения средней статистической температуры электрообогревателей клеточной батареи для выращивания молодняка птицы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3(23). С. 17-23.

13. Баловнев В.И., Данилов Р.Г. Снегопогрузчики // Строительные и дорожные машины. 2020. № 1. С. 3-9.

14. Алешков Д.С., Корчагин П.А., Лепольский А.Б., Тетерина И.А. Алгоритм расчета профиля режущей полосы питателя роторного снегоочистителя // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. 2025. № 1. С. 9-16. DOI: 10.22281/2413-9920-2025-11-01-09-16

12. Afanasev D. E. Li-Fir-su R. P. Opredelenie optimalnogo kolichestva datchikov dlya izmeneniya srednej statisticheskoy temperatury elektroobogrevatelej kletочноj batarei dlya vyrashchivaniya molodnyaka pticy. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy*. 2019. № 3(23). S. 17-23. (In Russian)

13. Balovnev V.I., Danilov R.G. Snegopogruzchiki. *Stroitelnye i dorozhnye mashiny*. 2020. № 1. P. 3-9. (In Russian)

14. Aleshkov D.S., Korchagin P.A., Lepol'skij A.B., Teterina I.A. Algoritm rascheta profilya rezhushchej polosy pitatelya rotornogo snegoochistitelya. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2025. № 1. P. 9-16. DOI: 10.22281/2413-9920-2025-11-01-09-16 (In Russian)