

УДК 625.76.08

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ НА ШНЕКОВОМ ПИТАТЕЛЕ МАЛОГАБАРИТНОГО СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ

Закиров Марат Фанилевич

*Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова,
г. Ижевск*

Описана конструкция лабораторного стенда «Грунтовый канал», показан порядок выполнения экспериментального исследования по определению сопротивлений на шнековом питателе малогабаритного снегоочистителя. Представлены значения мощности на валу шнекового питателя, полученные по существующим методикам расчета и на основе экспериментальных данных. Сделан вывод, что необходимы дополнительные исследования для накопления базы данных о сопротивлениях, возникающих на шнековом питателе малогабаритного снегоочистителя. Это позволит найти оптимальные параметры и режимы работы снегоуборочного оборудования с точки зрения затрат энергии на удаление снега.

Ключевые слова: *снег, малогабаритный снегоочиститель, шнековый питатель, лабораторный стенд, эксперимент, сопротивление, мощность.*

Уборка от снега тротуаров и придомовых территорий с применением малогабаритных снегоочистителей отличается от зимнего содержания автомобильных дорог рядом технологических и организационных особенностей [1]. Малогабаритные шнекороторные снегоочистители с каждым годом все более широко используются для очистки от свежеснежавшего и наметенного снега средней плотности. Рабочий орган такого снегоочистителя состоит из шнекового питателя, смонтированного на одноосном самоходном шасси. Трансмиссия обеспечивает передачу крутящего момента от двигателя на рабочий орган и колеса через два независимых вала отбора мощности. При поступательном движении снегоочистителя шнековый питатель, имеющий правое и левое направление витков, вырезает и перемещает снег от краев к центральной части машины, где располагается лопастной ротор, смонтированный в общем корпусе позади питателя. Высокоскоростным вращением крыльчатки ротора происходит отбрасывание снега в заданном направлении посредством выбросного патрубка [2]. Такие конструкции снегоочистителей оптимальны как для коммунальных служб, так и для «частников», поскольку они достаточно производительны, чтобы в кратчайшие сроки перекидывать снег, и имеют небольшие габаритные размеры и массу, что упрощает управление и маневрирование ими в стесненных условиях.

Определение оптимальных параметров строительных, дорожных и коммунальных машин, в зависимости от условий их эксплуатации, является одним из путей повышения эффективности использования современных машин и оборудования. Для расчета основных параметров

снегоочистителей существуют различные методики, которые в основном были получены применительно к конструкциям снегоочистителей на базе тракторов и грузовых автомобилей. Предварительные расчеты по имеющимся методикам показывают, что затраты мощности на привод шнекового питателя малогабаритного снегоочистителя отличаются практически в $1,6 \div 2,2$ раза при ширине захвата от 0,5 до 0,9 м [3]. Причем чем больше ширина захвата питателя, тем разница в результатах становится все более значимой. Поэтому выбор конструктивных параметров и назначение режимов работы рабочих органов малогабаритных снегоочистителей невозможно осуществить без системного подхода к изучению процесса взаимодействия рабочего органа с разрабатываемой средой [4].

Для накопления базы данных по сопротивлениям на рабочем органе малогабаритного снегоочистителя при взаимодействии со снегом были расширены технологические возможности лабораторного стенда «Грунтовый канал» путем его оснащения шнековым питателем (рис. 1). Однозаходный шнек диаметром 0,2 м выполнен в виде полностенной ленточной лопасти из металлического листа с шириной захвата 0,6 м и шагом винта 0,2 м. Привод питателя осуществляется от электродвигателя при помощи зубчато-ременной передачи. Для установки привода, навесного рабочего оборудования и защитного кожуха предусмотрена сварная металлическая рама, которая закрепляется болтами к промежуточной раме лабораторного стенда. С обеих сторон имеются быстросъемные подшипниковые опоры для крепления вала исследуемого рабочего органа.



Рис. 1. Лабораторный стенд «Грунтовый канал» со шнековым питателем

Промежуточная рама с установленным рабочим оборудованием крепилась к навесной раме ходовой тележки лабораторного стенда при помощи семи тензометрических звеньев: четырех горизонтальных, двух вертикальных и одного продольного. В качестве тензометрических звеньев

использовались тензодатчики сопротивления, наклеенные на поверхность силового элемента кольцевого типа. Показания с тензометрических датчиков снимались при помощи аналого-цифрового преобразователя LTR-212 (L-Card) [5], подключенного к ноутбуку, и регистрировались программой PowerGraph. Для регулирования частоты вращения шнекового питателя в диапазоне 300-700 об/мин использовался частотный преобразователь Delta, а для передвижения ходовой тележки со скоростью 0,065 м/с по направляющим лабораторного стенда применялась автомобильная тяговая лебедка ATV 2500LB.

Экспериментальное исследование было проведено в марте 2018 г. в натуральных условиях на влажном снеге со средней плотностью 400-420 кг/м³ при температуре окружающего воздуха -3...0 °С. Перед каждым опытом канал лабораторного стенда заполнялся снегом, а его поверхность выравнивалась планировочной рейкой. Параллелограммное крепление навесной рамы к ходовой тележке лабораторного стенда позволяет заглублять рабочий орган на требуемую глубину при помощи винтовых механизмов. Толщина срезаемого слоя снега выставлялась с использованием металлической линейки и составляла 25, 50 и 75 мм. После проверки поступления сигналов от каждого тензометрического звена начиналась их калибровка с последующим переходом в режим регистрации данных. На частотном преобразователе устанавливалась необходимая частота электрического тока, включался привод шнека, а уже затем подключалась тяговая лебедка для привода ходовой тележки. В ходе опыта регистрировались горизонтальная, вертикальная и продольная составляющие сопротивления на шнековом питателе при резании снега в виде осциллограмм с учетом тарировочных коэффициентов каждого тензометрического звена (рис. 2). После проходки шнековым питателем по очищаемому участку канала приводы ходовой тележки и шнека отключались, а зарегистрированные данные сохранялись на ноутбуке. Ходовая тележка возвращалась в начало канала, а цикл повторялся заново, начиная с загрузки снега в канал лабораторного стенда, его уплотнения и планировки. Опыты повторялись необходимое количество раз с изменением факторов, согласно плану проведения эксперимента.

Обработка результатов эксперимента производилась по средним пиковым значениям силы сопротивления на шнеке в период установившегося движения ходовой тележки, что соответствовало примерно среднему участку пути перемещения. После обработки всех осциллограмм и выполнения необходимых расчетов по существующим методикам и рекомендациям [6,7] были получены графики значений мощности на валу шнекового питателя малогабаритного снегоочистителя, полученные для толщины срезаемого слоя снега 50 мм, в зависимости от частоты вращения рабочего органа (рис. 3). Все теоретические расчеты были произведены при параметрах, соответствующих условиям проведения эксперимента.

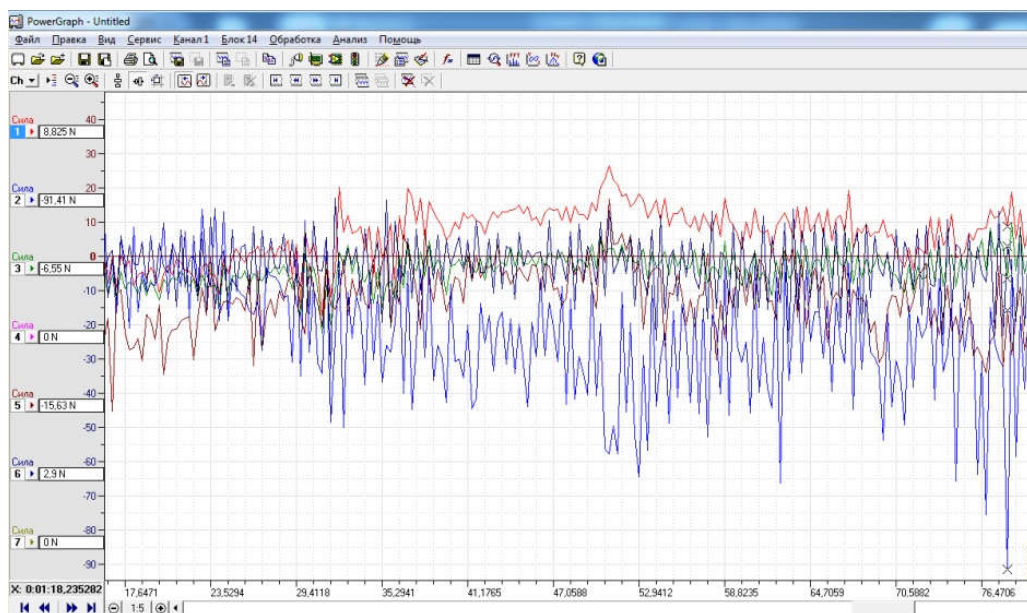


Рис. 2. Характерный вид исходной осциллограммы

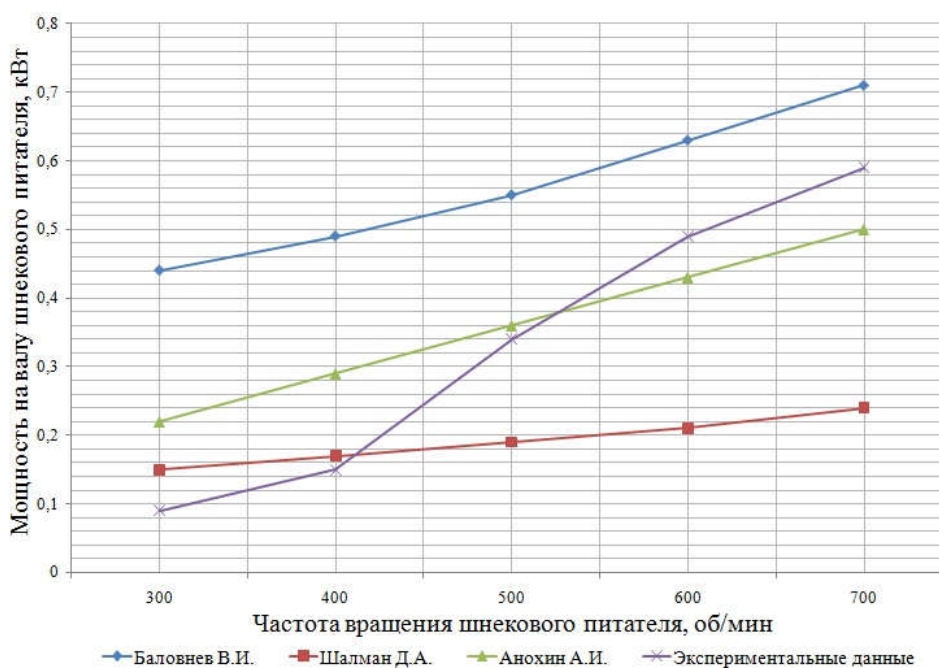


Рис. 3. Графики зависимости мощности на валу шнекового питателя малогабаритного снегоочистителя от частоты вращения

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что значения мощности на валу шнекового питателя, полученные по методикам расчета Д.А. Шалмана и А.И. Анохина, в диапазоне рабочих скоростей 300-400 и 500-700 об/мин соответственно имеют схожие значения со значениями, полученными на основе экспериментальных данных. Результаты расчетов по методике В.И. Баловнева имеют несколько завышенные значения. Таким образом, требуется дальнейшее проведение научных исследований в этом направлении для накопления базы данных о сопротивлениях, возникающих на шнековом питателе малогабаритного снегоочистителя при

резании снега различной плотности и при различных условиях эксплуатации. Полученная информация позволит определить оптимальные конструктивные параметры и режимы работы снегоуборочного оборудования с точки зрения минимальных затрат энергии на удаление снега с поверхности тротуаров и придомовых территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев А.П. Справочная энциклопедия дорожника. Т. 2. Ремонт и содержание автомобильных дорог. М.: Информавтодор, 2004. 507 с.
2. Ксенович И.П. Машиностроение: энциклопедия: в 40 т. Т. IV-9. Строительные, дорожные и коммунальные машины. Оборудование для производства строительных материалов. М.: Машиностроение, 2005. 736 с.
3. Закиров М.Ф. Определение затрат мощности на привод питателя малогабаритного шнекороторного снегоочистителя // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации: материалы Международной научно-практической конференции. Омск: Изд-во СибАДИ, 2016. С. 348-352.
4. Баловнев В.И. Подобие и моделирование в системе проектирования дорожно-строительных машин. М.: МАДИ, 2014. 148 с.
5. Гарманов А.В. Крейтовая система LTR. Руководство пользователя. М.: L-Card, 2008. 218 с.
6. Дорожно-строительные машины и комплексы / под ред. В.И. Баловнева. Москва-Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. 528 с.
7. Доценко А.И. Коммунальные машины и оборудование. М.: Архитектура-С, 2005. 344 с.

THE DETERMINATION OF RESISTANCES ON THE SCREW FEEDER OF COMPACT SNOWPLOW

Zakirov Marat Fanilevich

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The article describes the design of the laboratory stand «Soil channel» and the procedure for performing of experimental study to determine the resistances on the screw feeder of compact snowplow. The values of power on a shaft of the screw feeder obtained by the existing calculation procedures and on the basis of experimental data are presented. It is concluded that more research is needed to accumulate a database of resistances that arise on a screw feeder of a small-sized snowplow. This will allow to find the optimal parameters and operating modes of the snow removal equipment in terms of energy consumption for snow removal.

Keywords: *snow, compact snowplow, screw feeder, laboratory stand, experiment, resistance, power.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Закиров Марат Фанилевич

канд. техн. наук, доцент кафедры строительных материалов, механизации и геотехники
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова
426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Zakirov Marat Fanilevich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Building Materials, Mechanization and Geotechnics Department
Kalashnikov Izhevsk State Technical University
426069, Russia, Izhevsk, Studencheskaya st., 7
E-mail: maratzf@yandex.ru