

УДК 629.3.018.7

А. С. Дьяков, А. Ю. Захаров, В. Е. Клубничкин, Е. Е. Клубничкин, А. Б. Карташов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СКОРОСТНЫХ И ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ СНЕГОХОДОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Проведение экспериментальной оценки скоростных и нагрузочных режимов, а также эксплуатационных свойств снегоходной мототехники, в ходе которой определяется большое количество параметров и показателей, позволяющих использовать их при проектировании снегоходов нового поколения.

В данной работе представлены результаты испытаний по определению скоростных и тормозных свойств снегоходов отечественного производителя АО «Русская механика»: «Буран Лидер», «Тайга Варяг 550» и «Тайга Патруль 800 SWT».

Ключевые слова: снегоход, тяговая динамика, тормозная динамика, испытания.

Снегоход – механическое транспортное средство, предназначенное для движения по снегу [4, 6]. Такие транспортные средства наиболее востребованы населением Арктических зон РФ. Лидером производства снегоходной мототехники в нашей стране является АО «Русская механика».

Методика проведения экспериментальных исследований объединяла два типа испытаний, по оценке скоростных и тормозных свойств.



Рис. 1. Общий вид снегохода:

a - Буран Лидер; *б* - Тайга Патруль 800 SWT; *в* - Тайга Варяг 550

Скоростные свойства включают в себя следующие показатели: максимальную скорость; интенсивность разгона до максимальной скорости, до скорости 60 км/ч и до скорости 30 км/ч. Заезд осуществлялся на ровном заснеженном основании, испытатель осуществлял разгон до максимальной скорости со 100%-ным использованием мощности. Испытания для каждого снегохода состояли из четырех заездов на одной и той же трассе с разным направлениями движения на парных заездах [2]. Максимальная скорость снегохода определялась как среднее арифметическое от проведенных измерений.

Тормозной путь снегоходов определялся по результатам четырех замеров (заездов), осуществляемых в двух взаимно противоположных направлениях.

Скорость движения в момент начала торможения устанавливалась по штатному спидометру. Дополнительный контроль результатов измерений в каждом заезде осуществлялся с помощью системы регистрации данных на основе GPS третьего поколения VBOX 3i [9,10].

Испытаниям по оценке скоростных и тормозных свойств подвергались образцы с массой, включающей массу образца, подготовленного к нормальной эксплуатации, заправленного топливом и другими техническими жидкостями, с инструментом, массу водителя испытателя 80 кг и массу измерительного оборудования.

Объектом для испытаний были выбраны снегоходы отечественного производства: «Буран Лидер», «Тайга Варяг 550» и «Тайга Патруль 800 SWT» (рис. 1, а, б, в).

Цель испытаний:

- экспериментально определить скоростные и тормозные свойства снегоходной мототехники отечественного производства;
- провести сравнительную оценку скоростных и тормозных свойств снегоходной мототехники отечественного производства.

Основные технические характеристики испытываемых отечественных снегоходов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики отечественных снегоходов

	Тайга Патруль 800 SWT	Буран Лидер	Тайга Варяг 550
1	2	3	4
ДВИГАТЕЛЬ			
Модель	ODES V800	PM3-640	PM3-550
Объем, см ³ / Цилиндры	800 / 2	635 / 2	553 / 2
Мощность, л.с.	60	34	55
Тип	4-тактный	2-тактный	2-тактный
Диаметр цилиндра × ход поршня, мм	91x61,5	76x70	76x61
Топливная система	инжектор	карбюратор	2-карбюраторная
Карбюратор / тип	-	Mikuni / поплавковый	Mikuni / поплавковый
Охлаждение	жидкостное	воздушное	воздушное
ШАССИ			
Трансмиссия	Вариатор, пониженная, повышенная, реверс, нейтраль	Вариатор, передача вперед, реверс, нейтраль	Вариатор, пониженная, повышенная, реверс, нейтраль
Тормозной механизм	Гидравлический, дисковый	Механический, дисковый	Гидравлический (либо механический по требованию Заказчика), дисковый
ПОДВЕСКА			
Тип передней подвески	телескопическая	эллиптическая рессора	телескопическая

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Ход передней подвески, мм	150	50	150
Амортизатор передней подвески	Гидропневматический однотрубный	–	Гидропневматический однотрубный
Передний амортизатор движителя	–	–	Гидропневматический двухтрубный
Тип задней подвески	склизовая	независ., пруж.-балансир.	склизовая
Ход задней подвески, мм	190	50	385
Задний амортизатор движителя	Гидропневматический однотрубный	–	Гидропневматический однотрубный
Колея лыж (между центрами), мм	960	–	960
Гусеница, Д×Ш×В, мм	3968х600х30	2х (2878х380х17.5) // 2х (3685х380х17.5)	3968х508х35
ГАБАРИТЫ			
Количество мест	2	2	2
Габариты снегохода, Д×Ш×В, мм	2990±30х1130±30х1400±30	2700±30х910±30х1335±30 // 3100±30х910±30х1335±30	2990±30х1050±30х1380±30
Сухая* масса, кг	350	285 // 310	280/285



а)



б)



в)



з)

Рис. 2. Установка измерительного комплекса Racelogic на снегоход «Буран Лидер», «Тайга Варяг 550» и «Тайга Патруль 800 SWT»:

а - установка измерительного комплекса *Racelogic* на снегоход под сиденьем водителя;
 б - установка датчика торможения *Racelogic* на снегоход; в - установка *GPS* датчика *Racelogic* на снегоход; з - общий вид комплекса *Racelogic*, с подключенным электропитанием

Сравнительные испытания по определению тяговой и тормозной динамики отечественных снегоходов проводились в г. Рыбинск, Ярославской области на горизонтальных участках местности с уклоном не более 1%. Покрытие мерного участка – рыхлый снег глубиной 10-13 см, снег однородный по всей глубине, с температурой минус 6°C [1, 3, 5, 8].

Испытания проводились в сухую безветренную погоду при температуре окружающего воздуха минус 6 °С, атмосферном давлении 748 мм рт. ст. и относительной влажности воздуха 86 %.

При сравнительных испытаниях снегоходов отечественного производства по определению скоростных и тормозных свойств использовался измерительный комплекс *Racelogic*, с программным обеспечением *VBOXTools* [7, 11]. Данный комплекс с программным обеспечением позволяет фиксировать и хранить полученные данные о скоростях, ускорениях, пройденном пути, траектории движения снегохода и т.д. Программное обеспечение *VBOXTools* базируется на ядре обработки данных «ReportGenerator» со ссылками на инструменты графического отображения, картографические инструменты и инструменты настройки VBOX.

На рис. 2 показана установка измерительного комплекса *Racelogic* на снегоходы отечественного производства «Буран Лидер», «Тайга Варяг 550» и «Тайга Патруль 800 SWT».

Сравнительные испытания по определению скоростных свойств снегоходов отечественного производства проводились для следующих случаев:

- разгон с места до скорости 30 км/ч;
- разгон с места до скорости 60 км/ч;
- разгон с места до максимальной скорости (рис. 3 – рис. 5).

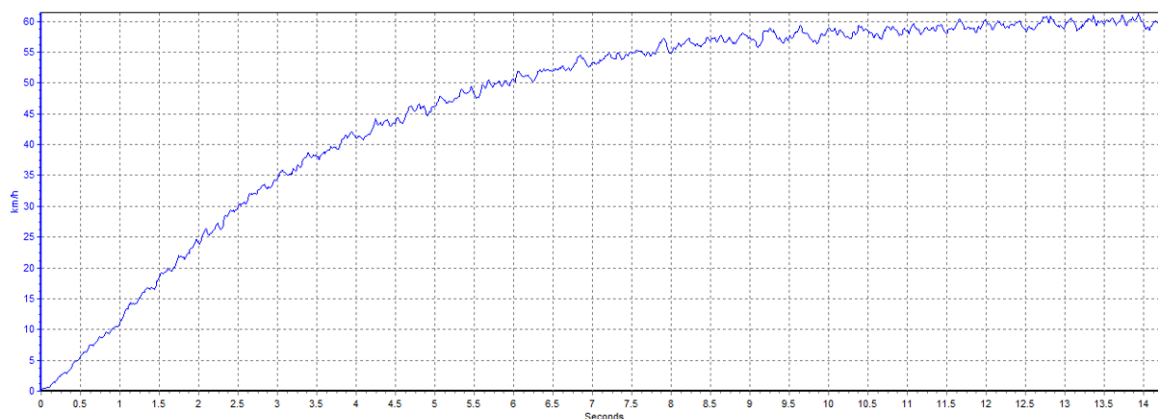


Рис. 3. Разгонная характеристика снегохода "Буран Лидер" до максимальной скорости

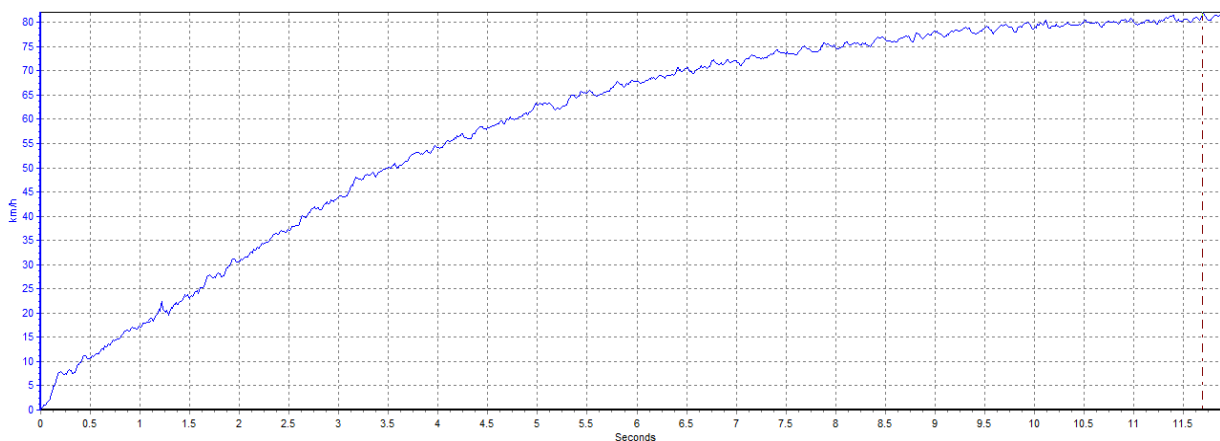


Рис. 4. Разгонная характеристика снегохода "Тайга Варяг 550" до максимальной скорости

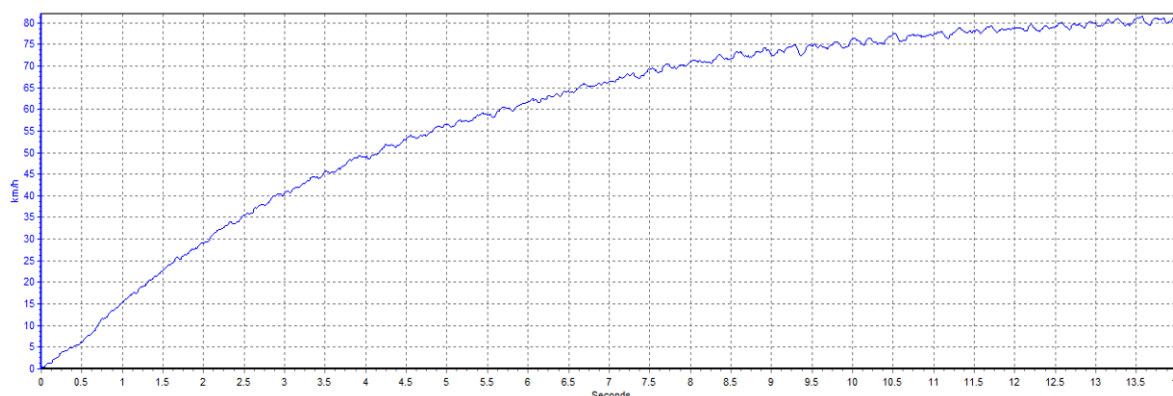


Рис. 5. Разгонная характеристика снегохода "Тайга Патруль 800 SWT" до максимальной скорости

Результаты измерений тяговой динамики для снегоходов отечественного производства, моделей «Буран Лидер», «Тайга Варяг 550» и «Тайга Патруль 800 SWT» представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерений тяговой динамики снегоходов

Модель снегохода	Параметры						
	Максимальная скорость, км/ч	Время разгона до, с			Путь разгона с места до набора скорости, м.		
		30 км/ч	60 км/ч	Максимальная скорость	30 км/ч	60 км/ч	Максимальная скорость
Буран Лидер	61,42	2,59	11,74	14,27	10,53	139,5	182,92
Тайга Варяг 550	81,45	1,95	4,86	12	8,66	53,7	206,5
Тайга Патруль 800 SWT	82,08	2,07	5,66	14,01	8,84	55,87	226,62

Фрагменты проведения сравнительных испытаний снегоходов на тяговую динамику представлены на рис. 6.



Рис. 6. Фрагмент проведения испытаний тяговой динамики снегоходов:
а - снегоход «Тайга Варяг 550»;
б - снегоход «Тайга Патруль 800 SWT»

Сравнительные испытания по оценке тормозных свойств снегоходов отечественного производства проводились для следующих случаев:

- торможение с начальной скорости 30 км/ч;
- торможение с начальной скорости 60 км/ч;
- торможение с максимальной начальной скорости (рис. 7 – рис. 9).

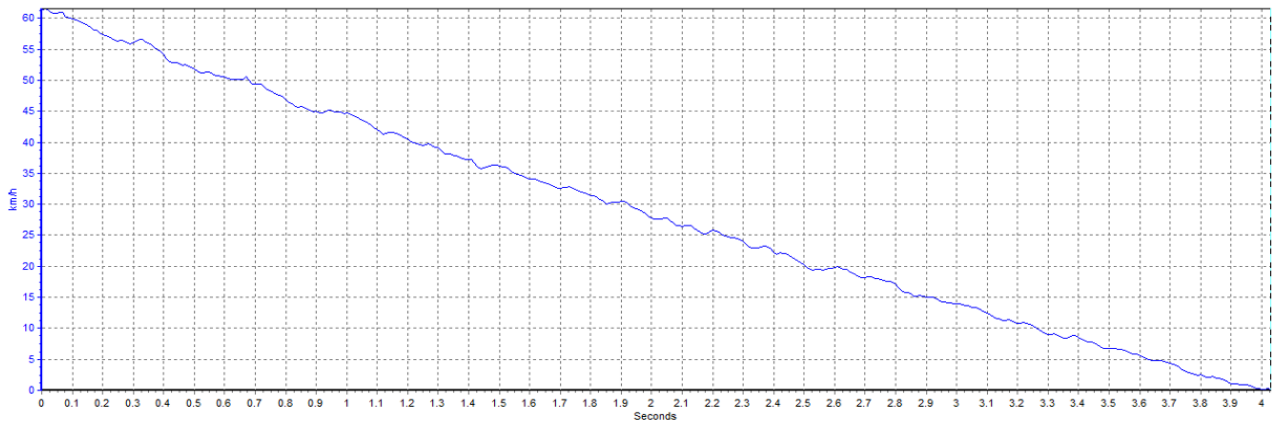


Рис. 7. Характеристика торможения с максимальной начальной скорости 61,42 км/ч до полной остановки снегохода "Буран Лидер"

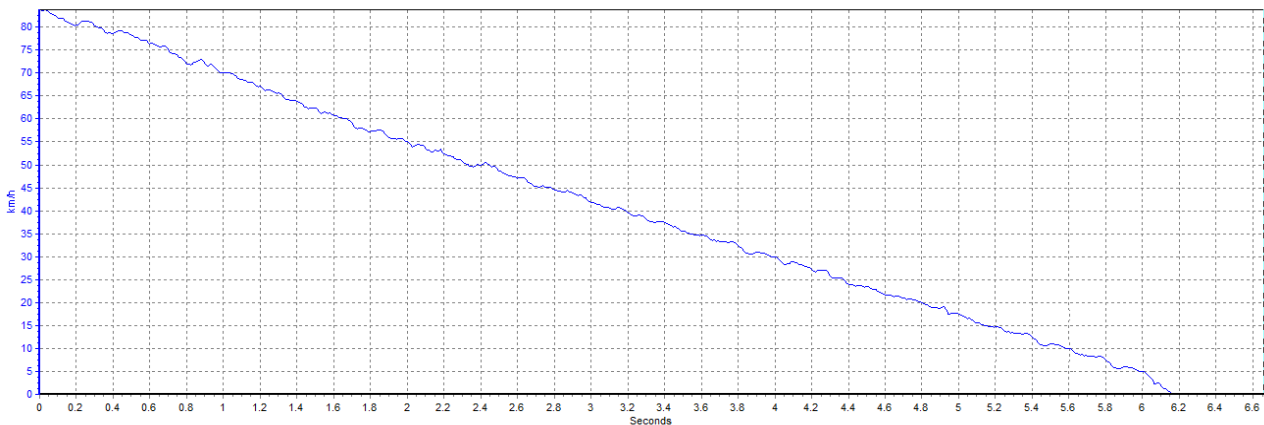


Рис. 8. Характеристика торможения с максимальной начальной скорости 81,45 км/ч до полной остановки снегохода "Тайга Варяг 550"

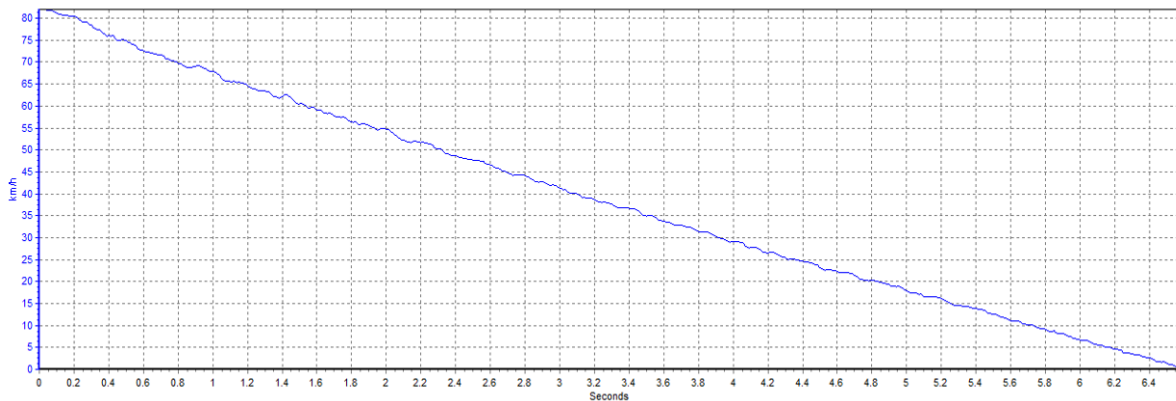


Рис. 9. Характеристика торможения с максимальной начальной скорости 82,08 км/ч до полной остановки снегохода "Тайга Патруль 800 SWT"

Результаты измерений тормозной динамики снегоходов отечественного производства, моделей «Буран Лидер», «Тайга Варяг 550» и «Тайга Патруль 800 SWT» представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты измерений тормозной динамики снегоходов

Модель снегохода	Параметры					
	Время торможения со скорости, с			Тормозной путь при торможении со скорости, м.		
	30 км/ч	60 км/ч	Максимальная скорость	30 км/ч	60 км/ч	Максимальная скорость
Буран Лидер	2,1	3,94	4,02	8,36	30,92	33,49
Тайга Варяг 550	2,2	4,61	6,18	8,93	38,4	68,44
Тайга Патруль 800 SWT	2,68	5,05	6,58	11,37	40,98	71,15

Фрагменты проведения сравнительных испытаний снегоходов на тормозную динамику представлены на рис. 10.

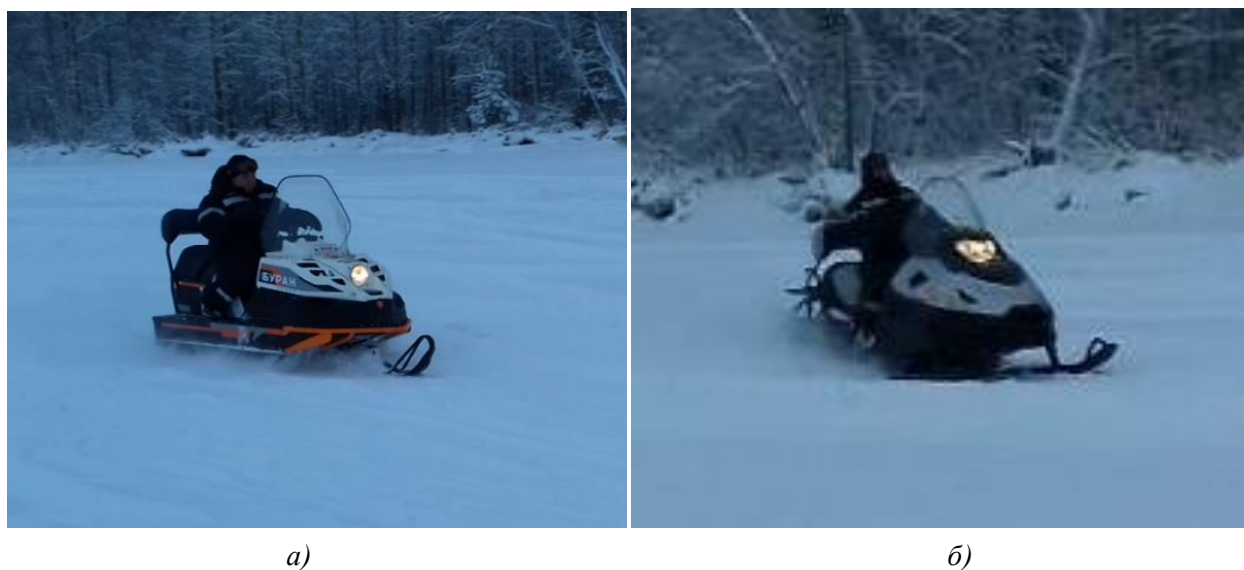


Рис. 10. Фрагмент проведения испытаний тормозной динамики снегоходов:

а - снегоход «Буран Лидер»;
б - снегоход «Тайга Патруль 800 SWT»

Выводы

Разгон снегохода "Буран Лидер" до скорости 30 км/ч составил 2,59 с, пройденный путь 10,53 м. Разгон снегохода "Тайга Варяг 550" до скорости 30 км/ч составил 1,95 с, пройденный путь 8,66 м. Разгон снегохода "Тайга Патруль 800 SWT" до скорости 30 км/ч составил 2,07 с, пройденный путь 8,84 м.

Разгона снегохода "Буран Лидер" до скорости 60 км/ч составил 11,74 с, пройденный путь 139,5 м. Разгон снегохода "Тайга Варяг 550" до скорости 60 км/ч составил 4,86 с, пройденный путь 53,7 м. Разгон снегохода "Тайга Патруль 800 SWT" до скорости 60 км/ч составил 5,66 с, пройденный путь 55,87 м.

Разгон снегохода "Буран Лидер" до максимальной скорости 61,42 км/ч составил 14,27 с, пройденный путь 182,92 м. Разгон снегохода "Тайга Варяг 550" до максимальной скорости

81,45 км/ч составил 12 с, пройденный путь 206,5 м. Разгон снегохода "Тайга Патруль 800 SWT" до максимальной скорости 82,08 км/ч составил 14,01 с, пройденный путь 226,62 м.

Торможение с начальной скорости 30 км/ч до полной остановки снегохода "Буран Лидер" составило 2,1 с, тормозной путь 8,36 м. Торможение с начальной скорости 30 км/ч до полной остановки снегохода "Тайга Варяг 550" составило 2,2 с, тормозной путь 8,93 м. Торможение с начальной скорости 30 км/ч до полной остановки снегохода "Тайга Патруль 800 SWT" составило 2,68 с, тормозной путь 11,37 м.

Торможение с начальной скорости 60 км/ч до полной остановки снегохода "Буран Лидер" составило 3,94 с, тормозной путь 30,92 м. Торможение с начальной скорости 60 км/ч до полной остановки снегохода "Тайга Варяг 550" составило 4,61 с, тормозной путь 38,4 м. Торможение с начальной скорости 60 км/ч до полной остановки снегохода "Тайга Патруль 800 SWT" составило 5,05 с, тормозной путь 40,98 м.

Торможение с максимальной начальной скорости 61,42 км/ч до полной остановки снегохода "Буран Лидер" составило 4,02 с, тормозной путь 33,49 м. Торможение с максимальной начальной скорости 81,45 км/ч до полной остановки снегохода "Тайга Варяг 550" составило 6,18 с, тормозной путь 68,44 м. Торможение с максимальной начальной скорости 82,08 км/ч до полной остановки снегохода "Тайга Патруль 800 SWT" составило 6,58 с, тормозной путь 71,15 м.

Работа выполнена в МГТУ им. Н.Э. Баумана при финансовой поддержке Минобрнауки России по Соглашению №14.577.21.0272 (Уникальный идентификатор работ: RFMEFI57717X0272).

Библиографический список

1. **Макаров, В.С.** Снег как полотно пути для транспортных средств / В.С. Макаров, Д.В. Зезюлин, В.В. Беляков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 4. – С. 21–24.
2. **ГОСТ Р 50944-2011** Снегоходы. Технические требования и методы испытаний.
3. **Беляков, В.В.** Полотно пути транспортно-технологических машин (справочные материалы к теории «машина-местность»): учебник / В.В. Беляков, А.А. Куркин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 447 с.
4. **Мухамадьяров, Ф.Ф.** Конструкция снегоходов: учеб. пособие / Ф.Ф. Мухамадьяров, А.И. Чупраков, С.А. Романов. – Киров, 2016.
5. **Беляков, В.В.** Подвижность наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2013. – № 4. – С. 72–77.
6. **Грушников, В.А.** Использование снегоходов в России // Автотранспортное предприятие. – 2006. – № 2. – С. 49–52.
7. **Obertov, D.** Vehicle speed estimation using roadside sensors / D. Obertov, V. Bardov, B. Andrievsky // International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops 6. Sep. "2014 6th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops, ICUMT 2014" 2015. – С. 111–117.
8. **Береснев, П.О.** Обеспечение экологической безопасности движения вездеходных машин на местности / П.О. Береснев [и др.] // Экологические системы и приборы. – 2016. – №12. – С. 24–35.
9. **Plueddeman, C.** Snowmobiles winter warriors chill out // Popular Mechanics. – 1991. – Т. 168. – № 3. – С. 86–87.
10. **Vail, D.** Governing snowmobilers in multiple-use landscapes: Swedish and Maine (USA) cases / David Vail, Tobias Heldt // Ecological Economics. – 2004. – Vol. 48. – Issue 4. – P. 469–483.
11. **Котиев, Г.О.** Метод разработки ходовых систем высокоподвижных безэкипажных наземных транспортных средств / Г.О. Котиев, А.С. Дьяков // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2016. – Т. 174. – № 1. – С. 186–197.

*Дата поступления
в редакцию 14.02.2018*

A.S. Dyakov, A.Yu. Zakharov, V.E. Kubnichkin, E.E. Klubnichkin, A.B. Kartashov

**EXPERIMENTAL ESTIMATION OF SPEED AND BRAKE PROPERTIES
OF SNOWMOBILES OF DOMESTIC PRODUCTION**

Bauman Moscow State Technical University, Moscow

Purpose: To experimentally determine the speed and braking properties of snowmobile motor vehicles of domestic production.

Objectives: 1. Conducting tests to determine the traction dynamics of snowmobile motor vehicles of domestic production.

2. Conducting tests to determine the braking dynamics of snowmobile motor vehicles of domestic production.

Conclusions: The results of comparative characteristics of the traction and braking dynamics of snowmobile motor vehicles of the domestic manufacturer JSC "Russian mechanics" were obtained: "Buran Leader", "Taiga Varyag 550" and "Taiga Patrol 800 SWT".

Research limitations/implications: This study is the starting point for continuing experimental studies of snowmobile motor vehicles.

Key words: snowmobile, traction dynamics, braking dynamics, tests.