

Информация об авторах

Нурыш Аида Бексултан кызы, магистр естественных наук, младший научный сотрудник, Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности» (Казахстан, г. Астана, просп. Аль-Фараби, д. 47), e-mail: nyr.aida@mail.ru

Authors Information

Nurysh Aida Beksultan kyzy, Master of Natural Sciences, Junior Researcher, Astana branch of the Limited Liability Partnership «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» (010000, Kazakhstan, Astana, Al-Farabi Ave., 47), e-mail: nyr.aida@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-63

FIELD STUDIES OF THE PROFILE PASSABILITY OF THE EXPERIMENTAL VEHICLE FOR CARGO TRANSPORTATION IN AGRICULTURE

A. S. Myasnikov¹, S. D. Fomin², A. A. Yarunov³

¹*ChPOU "Gazprom College Volgograd named after. I.A. Matlashov"*

²*Volgograd State Agrarian University*

³*OJSC Sady Pridonya
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: fsd_58@mail.ru

Received 29.06.2023

Submitted 10.08.2023

Abstract

Introduction. The transportation of goods in the field of agriculture plays an important role and is a link in all technological stages of the life cycle of agricultural products. The implementation of transport work in the agricultural industry is a complex technological process, which, due to adverse weather conditions and rugged terrain, is complicated and often leads to difficulty in the movement of trucks or even to their jamming. To expand the functionality of vehicles when moving on a supporting surface with a weak bearing capacity and rough terrain, an experimental vehicle was designed, which, depending on the operating conditions, has the technical possibility of a combined mode of movement – rolling and walking, providing it with advantages over vehicles, moving only by rolling, one of which is profile patency. **Object.** The object of the study is the profile cross-country ability of the experimental vehicle. **Materials and methods.** The profile cross-country ability of the experimental vehicle was determined in the field when studying the parameters - the largest angle of the slope to be overcome, the largest width of the ditch to be overcome, the maximum height (depth) of the obstacle to be overcome. The profile cross-country parameters were studied using original technical solutions incorporated in the design of the experimental vehicle, and without them. **Results and conclusions.** The original technical solutions included in the design of the experimental vehicle, which allow moving in a combined way, made it possible to increase the angle of the slope to be overcome in the transverse direction by 2 times from 20^0 to 40^0 , the width of the obstacle to be overcome from 0.84 D to 1.86 D, and the height of the obstacle to be overcome obstacles from 0.37 D to 0.65 D (D is the outer diameter of the mover). The results obtained expand the possibilities of using the experimental vehicle when working in areas with rugged terrain, along irrigation canals, areas located in close proximity to the roadbed, as well as when overcoming ditches, ditches and pits.

Key words: *experimental vehicle, combined mode of transportation, field tests, cross-country ability.*

Citation. Myasnikov A. S., Fomin S. D., Yarunov A. A. Field studies of the cross-sectional cross-country ability of an experimental vehicle for the transportation of goods in agriculture. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 3(71). 635-652 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-63.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution or analysis of this study. All authors of this article reviewed the submitted final version and approved it.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.37

**ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОФИЛЬНОЙ ПРОХОДИМОСТИ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ
ГРУЗОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

А. С. Мясников¹, преподаватель
С. Д. Фомин², доктор технических наук, профессор
А. А. Ярунов³

¹ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград им. И. А. Матлашова»²ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ³ОАО «Сады Придонья»

г. Волгоград, Российская Федерация

Актуальность. Перевозка грузов в сфере сельского хозяйства играет важную роль и представляет собой связующее звено всех технологических этапов жизненного цикла сельскохозяйственной продукции. Выполнение транспортных работ в сельскохозяйственной отрасли представляет собой сложный технологический процесс, который по причине неблагоприятных погодных условий и пересеченного рельефа местности осложняется и зачастую приводит к затруднению передвижения грузовых транспортных средств или вовсе к их застреванию. Для расширения функциональных возможностей транспортных средств при передвижении по опорной поверхности со слабой несущей способностью и пересеченным рельефом местности сконструировано экспериментальное транспортное средство, которое в зависимости от условий работы имеет техническую возможность комбинированного способа передвижения – качения и шагания, обеспечивающие ему преимущества по сравнению с транспортными средствами, передвигающимися только способом качения, одним из которых является профильная проходимость. **Объект.** Объектом исследования является профильная проходимость экспериментального транспортного средства. **Материалы и методы.** Профильная проходимость экспериментального транспортного средства определена в полевых условиях при исследовании параметров – наибольший угол преодолеваемого косогора, наибольшая ширина преодолеваемого рва, наибольшая высота (глубина) преодолеваемого препятствия. Параметры профильной проходимости исследованы при использовании оригинальных технических решений, заложенных в конструкцию экспериментального транспортного средства, и без них. **Результаты и выводы.** Заложенные в конструкцию экспериментального транспортного средства оригинальные технические решения, позволяющие передвигаться комбинированным способом, позволили увеличить угол преодолеваемого в поперечном направлении косогора в 2 раза с 20^0 до 40^0 , ширину преодолеваемого препятствия с $0,84 \cdot D$ до $1,86 \cdot D$, а высоту преодолеваемого препятствия с $0,37 \cdot D$ до $0,65 \cdot D$ (D – наружный диаметр движителя). Полученные результаты расширяют возможности применения экспериментального транспортного средства при работе на территориях с пересеченным рельефом местности, вдоль оросительных каналов, участков, расположенных в непосредственной близости к полотну автомобильных дорог, а также при преодолении канав, рвов и ям.

Ключевые слова: экспериментальные транспортные средства, комбинированный способ передвижения, полевые испытания техники, профильная проходимость, перевозка грузов.

Цитирование. Мясников А. С., Фомин С. Д., Ярунов А. А. Полевые исследования профильной проходимости экспериментального транспортного средства для перевозки грузов в сельском хозяйстве. *Известия НВ АУК*. 2023. 3(71). 635-652. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-63.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Транспортные работы являются связующим звеном всех технологических этапов жизненного цикла сельскохозяйственного производства, от результатов деятельности которого зависит качество и товарный вид конечной продукции [6]. Для выполнения транспортных работ используются различные виды и образцы техники, в том числе специальной [11-13], наибольшая доля приходится на автомобильный грузовой транспорт, результаты работы которого зависят от многих факторов, включая погодные условия, состояние грунтовых дорог, рельеф местности [8]. Одними из ключевых требований, которые предъявляются к современным грузовым автомобилям, занятым в сфере сельского хозяйства являются параметры профильной проходимости, от которой зависит способность автомобиля выполнять транспортные работы с преодолением естественных и искусственных препятствий (рвы, косогоры, ямы и др.) [1, 5, 7]. Для повышения показателей профильной проходимости сконструировано экспериментальное транспортное средство, способное передвигаться по опорной поверхности комбинированным способом – качением и шаганием и состоит из следующих сборочных узлов (рисунок 1) [2-4]: 1 – 3 подвижные части продольного перемещения движителей 4 вдоль рамы 5; 6 – механизмы продольного перемещения частей 1-3; 7 – механизмы перемещения движителей 4 в вертикальной плоскости; 8 – механизм продольного перемещения кузова и кабины; 9 – источники энергии; 10 – электрический блок; 11 – пульт управления; 12 – кабина; 13 – кузов.

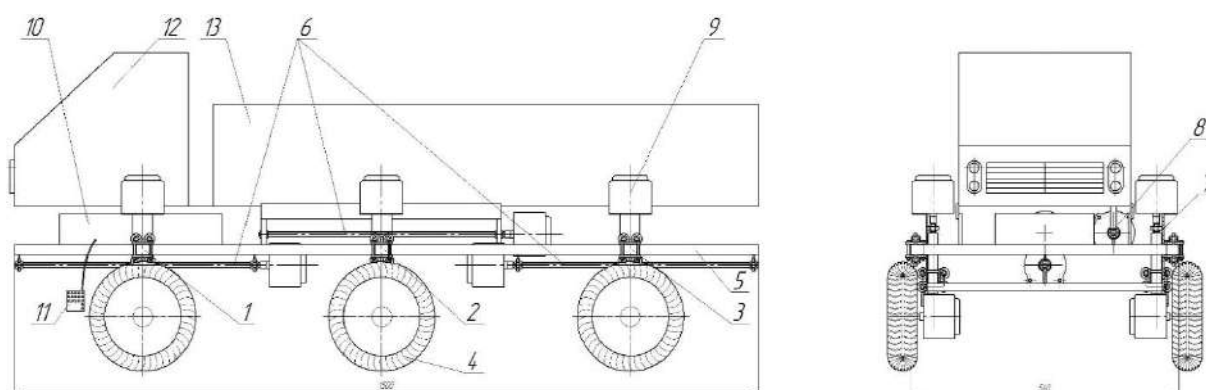


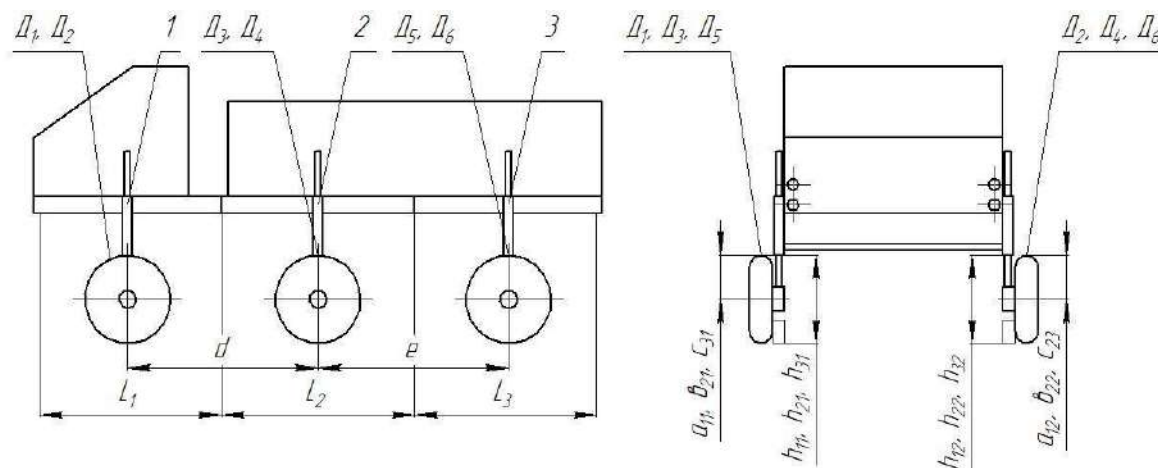
Рисунок 1 – Чертеж общего вида экспериментального транспортного средства
Figure 1 – General view drawing experimental vehicle

Материалы и методы. К исследуемым в работе параметрам профильной проходимости относятся: наибольший угол преодолеваемого косогора; наибольшая ширина преодолеваемого рва; наибольшая высота (глубина) преодолеваемого препятствия [9].

Полевые испытания профильной проходимости географически проведены на полевых участках АО «Сады Придонья», приусадебных участках в поселке Комсомольский Калачевского района Волгоградской области. Для проведения испытаний определено время года – весенне-летний период 2023 года.

Для достоверности результатов испытаний сравнение исследуемых параметров проведено при передвижении экспериментального транспортного средства с учетом оригинальности, заложенных в его конструкцию технических решений (далее испытание №2), и без них (далее испытание №1), при котором подвижные части с движителями не изменяют при движении своего положения в продольном и вертикальном положении относительно рамы и предварительно установлены согласно рисунку 2 и условиям, представленным в таблице 1.

Таким образом, при исследовании параметров профильной проходимости, проводится два типа испытаний – без учета заложенных в конструкцию экспериментального транспортного средства оригинальных технических решений (испытание № 1), и с их учетом (испытание № 2). Количество повторений с изменяющимся и исследуемым в эксперименте параметром проведено до его максимального предельного значения.



1-3 подвижные части продольного перемещения движителей; D_1 - D_6 – движители; L_1 - L_3 – диапазон продольного перемещения подвижных частей вдоль рамы; a_{11} , a_{12} , b_{21} , b_{22} , c_{21} , c_{22} – величина перемещения в вертикальной плоскости соответственно движителей D_1 – D_6 относительно механизма их вертикального перемещения; h_{11} , h_{12} , h_{21} , h_{22} , h_{31} , h_{32} – диапазон вертикального перемещения соответственно движителей D_1 – D_6 относительно механизма их вертикального перемещения; d – межосевое расстояние между подвижными частями 1 и 2; e – межосевое расстояние между подвижными частями 2 и 3

Рисунок 2 – Схема расположения подвижных частей с движителями экспериментального транспортного средства при испытании №1

Figure 2 – The layout of the moving parts with the propulsion of the experimental vehicle during test No. 1

Таблица 1 – Параметры размещения подвижных частей с движителями при испытании № 1

Table 1 – Parameters of placement of moving parts with propellers during test No. 1

Наименование параметра	Характеристика параметра	
Межосевое расстояние между подвижными частями	1 и 2	$d=L_1/2+L_2/2$
	2 и 3	$e=L_2/2+L_3/2$
Положение установки подвижных частей	1	$L_1/2$
	2	$L_2/2$
	3	$L_3/2$
Положение установки движителей относительно механизма их вертикального перемещения	D_1	$a_{11}=h_{11}/2$
	D_2	$a_{12}=h_{12}/2$
	D_3	$b_{21}=h_{21}/2$
	D_4	$b_{22}=h_{22}/2$
	D_5	$c_{31}=h_{31}/2$
	D_6	$c_{32}=h_{32}/2$
Примечание. Конструкция экспериментального транспортного средства технически реализована следующим образом: диапазоны продольного перемещения подвижных частей 1, 2, 3 вдоль рамы равны $L_1=L_2=L_3$; диапазон вертикального перемещения движителей D_1 – D_6 равны $h_{11}=h_{12}=h_{21}=h_{22}=h_{31}=h_{32}$.		

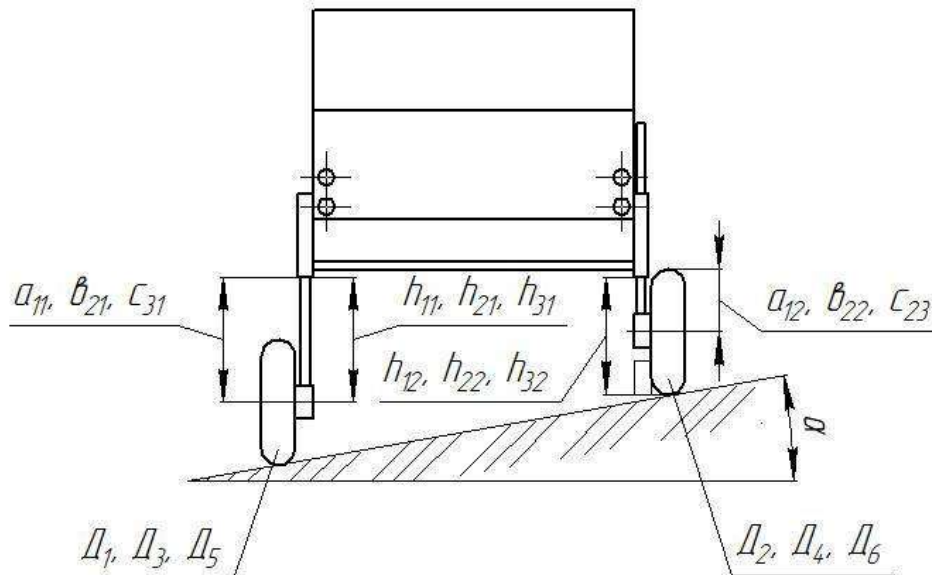
Исследование наибольшего угла, преодолеваемого экспериментальным транспортным средством косогора, проведено на сухом плотном грунте с одинаковым уклоном на всем участке испытания. Длина зачетного участка равна двукратной длине

транспортного средства ≈ 3 м. Крутизна косогора начиналась с 10^0 . Исследование проведено при предварительном расположении подвижных частей с двигателями согласно рисунку 2, 3 и соответственно условиям, указанным в таблицах 1, 2 [9].

Результаты и обсуждение. Результаты полевых исследований при передвижении способом качения без использования и с использованием оригинальности технических решений, заложенных в конструкцию экспериментального транспортного средства, представлены в таблице 3 и на рисунках 4, 5.

Таблица 2 – Параметры размещения подвижных частей с двигателями при исследовании наибольшего угла преодолеваемого косогора, испытание № 2
Table 2 – Parameters of the placement of moving parts with propellers during the study of the greatest angle of the slope to be overcome, test No. 2

Наименование параметра		Характеристика параметра
Межосевое расстояние между подвижными частями	1 и 2	$d=L_1/2+L_2/2$
	2 и 3	$e=L_2/2+L_3/2$
Положение установки подвижных частей	1	$L_1/2$
	2	$L_2/2$
	3	$L_3/2$
Положение установки двигателей относительно механизма их вертикального перемещения	D_1	$h_{11}/2 < a_{11} \leq h_{11}$
	D_2	$0 \leq a_{12} \leq h_{12}/2$
	D_3	$h_{21}/2 < b_{21} \leq h_{21}$
	D_4	$0 \leq b_{22} \leq h_{22}/2$
	D_5	$h_{31}/2 < c_{31} \leq h_{31}$
	D_6	$0 \leq c_{32} \leq h_{32}/2$



D_1 - D_6 – двигатели; a_{11} , a_{12} , b_{21} , b_{22} , c_{31} , c_{32} – величина перемещения в вертикальной плоскости соответственно двигателей D_1 – D_6 относительно механизма их вертикального перемещения; h_{11} , h_{12} , h_{21} , h_{22} , h_{31} , h_{32} – диапазон вертикального перемещения соответственно двигателей D_1 – D_6 относительно механизма их вертикального перемещения; α – угол косогора

Рисунок 3 – Схема расположения подвижных частей с двигателями при исследовании наибольшего угла преодолеваемого косогора экспериментальным транспортным средством, испытание № 2

Figure 3 – Scheme of the location of moving parts with propellers in the study of the largest angle of the slope to be overcome by an experimental vehicle, test No. 2

Таблица 3 – Результаты исследования наибольшего угла, преодолеваемого экспериментальным транспортным средством косогора

Table 3 – Results of the study of the greatest angle overcome by the experimental vehicle of the slope

Крутизна косогора, град	Величина сползания			
	Испытание №1		Испытание №2	
	Линейное значение величины сползания Δl относительно прямолинейного направления движения, см	Величина сползания относительно габаритной длины экспериментального транспортного средства $\Delta l/L$, %	Линейное значение величины сползания Δl относительно прямолинейного направления движения, см	Величина сползания относительно габаритной длины экспериментального транспортного средства $\Delta l/L$, %
10	3	2	0	0
15	5	3,33	0,7	0,47
20	7,5	5	1,2	1,0
25	-	-	2,0	1,33
30	-	-	3,5	2,33
35	-	-	5,2	3,47
40	-	-	7,5	5

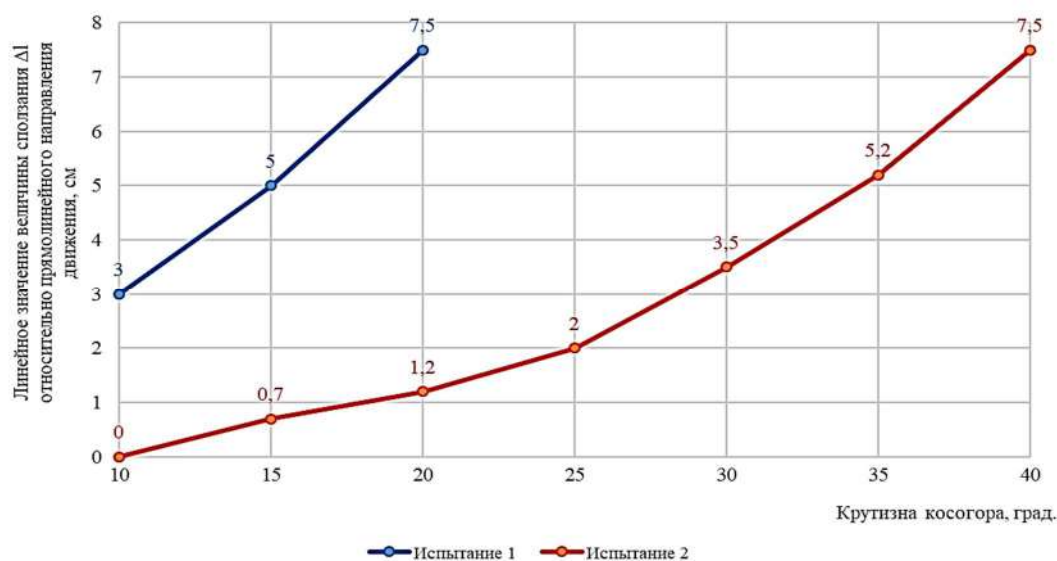


Рисунок 4 – Исследование линейного значения величины сползания Δl экспериментального транспортного средства относительно прямолинейного направления движения в зависимости от крутизны косогора

Figure 4 – Study of the linear value of the sliding Δl of the experimental vehicle relative to the rectilinear direction of movement, depending on the steepness of the slope

Результаты полевых исследований показали, что при продольном передвижении по наклонной опорной поверхности с предварительной установкой подвижных частей экспериментального транспортного средства согласно схеме 2 и таблицы 1 (испытание №1) максимальный преодолеваемый угол косогора, при котором линейное значение величины сползания Δl относительно габаритной длины экспериментального транспортного средства L не превышает 5%, составляет 20° , причем $\Delta l=7,5$ см, а отношение $\Delta l/L=5\%$. В случае использования оригинальности заложенных в конструкцию технических решений (рисунок 3, таблица 2, испытание №2) при угле

косогора 20^0 – $\Delta l=1,2$ см, $\Delta l/L=1\%$, а максимальный преодолеваемый угол косогора увеличивается и составляет 40^0 (таблица 2, рисунок 4, 5). Фрагмент экспериментальных исследований преодоления косогора экспериментальным транспортным средством изображен на рисунке 6.

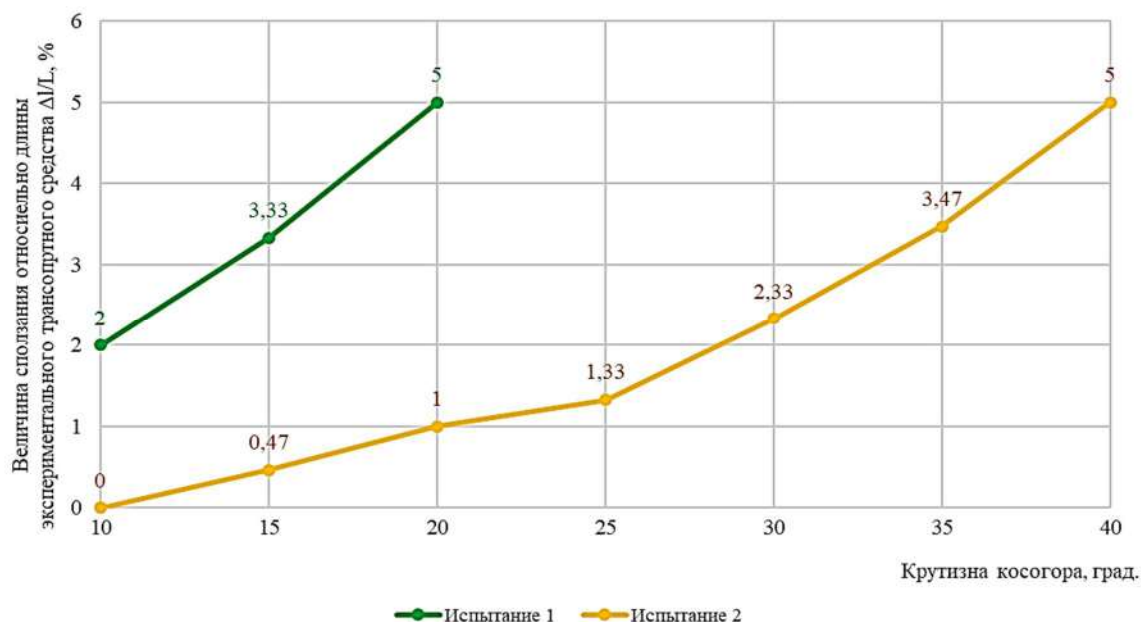


Рисунок 5 – Исследование величины сползания экспериментального транспортного средства относительно его габаритной длины при передвижении по косогору

Figure 5 – Study of the amount of sliding of the experimental vehicle relative to its overall length at movement on the slope

Таким образом, исследование профильной проходимости экспериментального транспортного средства в части преодоления наибольшего угла косогора показало, что при использовании технической возможности разнонаправленного перемещения в вертикальной плоскости движителей, установленных по разные стороны бортов транспортного средства, позволяет увеличить угол преодолеваемого в поперечном направлении препятствия с 20^0 до 40^0 . Преодоление косогоров с углом наклона до 40^0 расширяет возможности применения транспортного средства при работе на территориях с пересеченным рельефом местности, вдоль оросительных каналов и участков сельскохозяйственных территорий, расположенных в непосредственной близости с полотном автомобильных дорог.

Полевые исследования преодоления рва наибольшей ширины экспериментальным транспортным средством проводились на участке с сухим плотным грунтом. Ров имел прямоугольную форму с глубиной равной ≈ 110 мм и начальной шириной равной 90 мм [9].

Исследования проводились двумя способами передвижения - качения (исследование №1), шагания (исследование №2), при которых параметры размещения подвижных частей с движителями представлены в таблице 1, на рисунке 2 и в таблице 3, на рисунке 7 соответственно. Результаты полевых исследований преодоления рва наибольшей ширины экспериментальным транспортным средством способом качения представлены на рисунке 8.



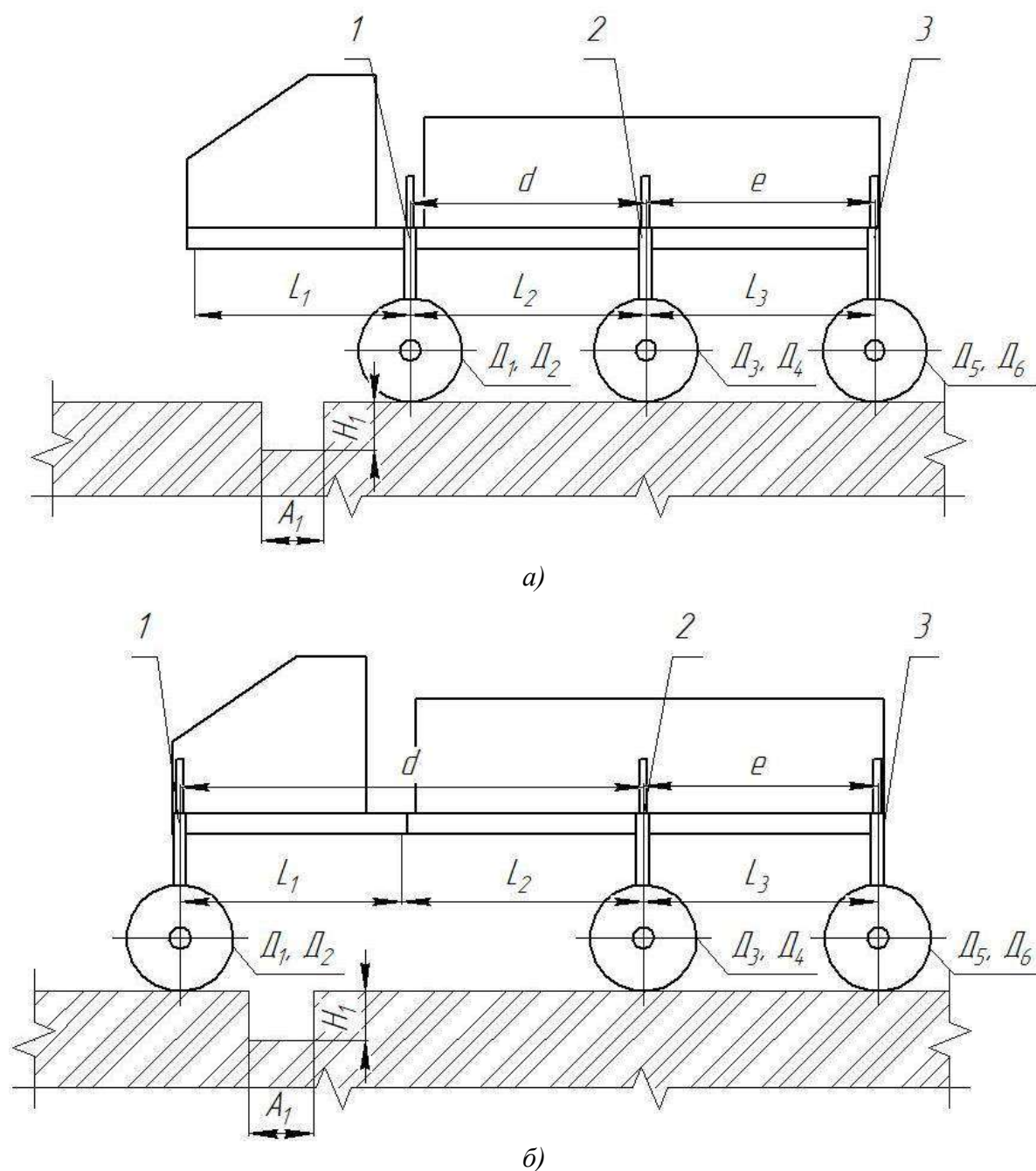
Испытание № 1



Испытание № 2

Рисунок 6 – Общий вид полевых исследований наибольшего угла преодолеваемого экспериментальным транспортным средством косогора

Figure 6 – General view of field studies of the largest angle of the slope overcome by the experimental vehicle



1-3 подвижные части продольного перемещения движителей; D_1 - D_6 – движители; L_1 - L_3 – диапазон продольного перемещения подвижных частей вдоль рамы; d – межосевое расстояние между подвижными частями 1 и 2; e – межосевое расстояние между подвижными частями 2 и 3; A_1 – ширина рва; H_1 – глубина рва

а – положение перед началом шагания подвижной части 1; б – положение после шагания подвижной части 1

Рисунок 7 – Схема расположения подвижных частей с движителями при исследовании наибольшей ширины преодолеваемого рва экспериментальным транспортным средством, испытание № 2

Figure 7 – Scheme of the location of moving parts with propulsors in the study of the largest width of the ditch to be overcome by an experimental vehicle, test No. 2

Таблица 4 – Параметры размещения подвижных частей с движителями при исследовании наибольшей ширины преодолеваемого рва, испытание № 2
Table 4 – Parameters of the placement of moving parts with movers during the study of the largest width of the ditch to be overcome, test No. 2

Наименование параметра		Характеристика параметра	Примечание
Межосевое расстояние между подвижными частями	1 и 2	$d=L_2$	перед началом шагания подвижной части 1
	2 и 3	$e=L_3$	
	1 и 2	$d=L_1+L_2$	после шагания подвижной части 1
	2 и 3	$e=L_3$	
Положение установки подвижных частей	1	0	перед началом шагания подвижной части 1
	2	0	
	3	0	
	1	L_1	после шагания подвижной части 1
	2	0	
	3	0	
Положение установки движителей относительно механизма их вертикального перемещения	D_1	$a_{11}=h_{11}/2$	
	D_2	$a_{12}=h_{12}/2$	
	D_3	$b_{21}=h_{21}/2$	
	D_4	$b_{22}=h_{22}/2$	
	D_5	$c_{31}=h_{31}/2$	
	D_6	$c_{32}=h_{32}/2$	

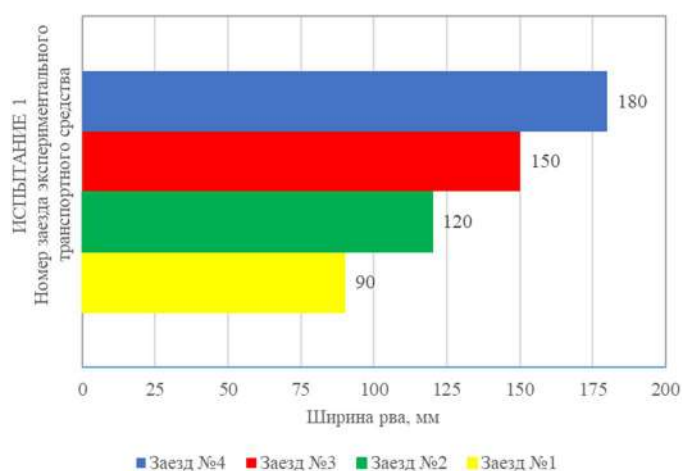


Рисунок 8 – Исследование преодоления рва наибольшей ширины экспериментальным транспортным средством способом качения

Figure 8 – Study of overcoming the ditch of the greatest width experimental vehicle rolling method

При заездах №1-№4 ширина преодолеваемого рва увеличивалась с 90 мм до 180 мм соответственно (рисунок 8). В заезде №4 экспериментальное транспортное средство с трудом, но преодолело способом качения ров шириной 180 мм. Последующее увеличение ширины рва не позволило его преодолеть и наступил момент застревания экспериментального транспортного средства. Таким образом предельная ширина рва, преодолеваемого способом качения, составляет $0,84 \cdot D$, где D – диаметр движителя.

Полевые испытания по преодолению рва экспериментальным транспортным средством способом шагания (рисунок 9) показали, что при заездах № 1-№ 11 (рисунок 10) ширина рва изменялась в интервале от 90 до 400 мм соответственно, причем мак-

симальный размер рва обусловлен длиной «шага» (технической возможностью продольного перемещения движителей вдоль рамы), при котором предельная ширина рва, преодолеваемого способом шагания, составляет $1,86 \cdot D$.



Рисунок 9 – Исследование преодоления рва экспериментальным транспортным средством способом шагания
 Figure 9 – Study of overcoming the moat by the experimental walking way

Таким образом, при преодолении экспериментальным транспортным средством рва способами качения и шагания предельные значения ширины составляют соответственно 180 и 400 мм. Техническая возможность продольного перемещения движителей вдоль рамы транспортного средства позволяет увеличить ширину преодолеваемого препятствия со 180 до 400 мм или с $0,84 \cdot D$ до $1,86 \cdot D$, притом, что преодоление препятствий шириной более диаметра движителя характерно только для транспортных средств с количеством осей более 3 [10]. Оригинальность технических решений, заложенных в конструкцию экспериментального транспортного средства, позволяет при проведении в сфере сельского хозяйства транспортных работ преодолевать в полевых условиях рвы, канавы, и ямы.

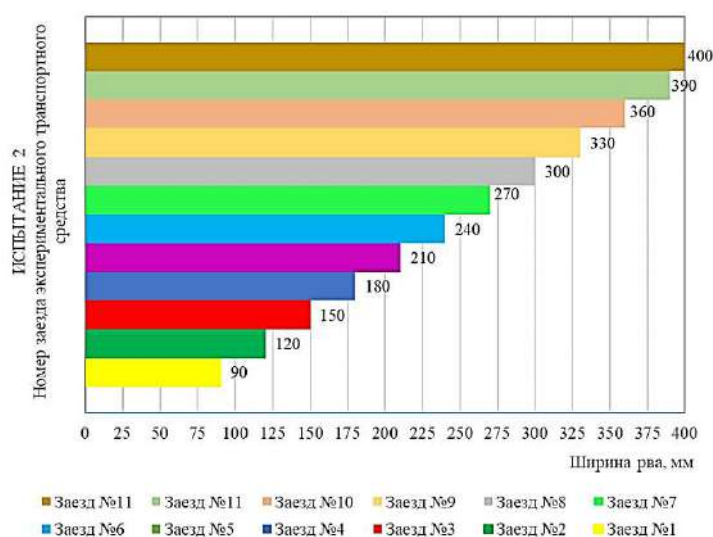


Рисунок 10 – Исследование преодоления рва наибольшей ширины экспериментальным транспортным средством способом шагания

Figure 10 – Study of overcoming the ditch of the greatest width experimental vehicle walking method

Полевые исследования преодоления препятствия наибольшей высоты экспериментальным транспортным средством проводились под прямым углом в направлении его движения и на участке с сухим плотным грунтом [9].

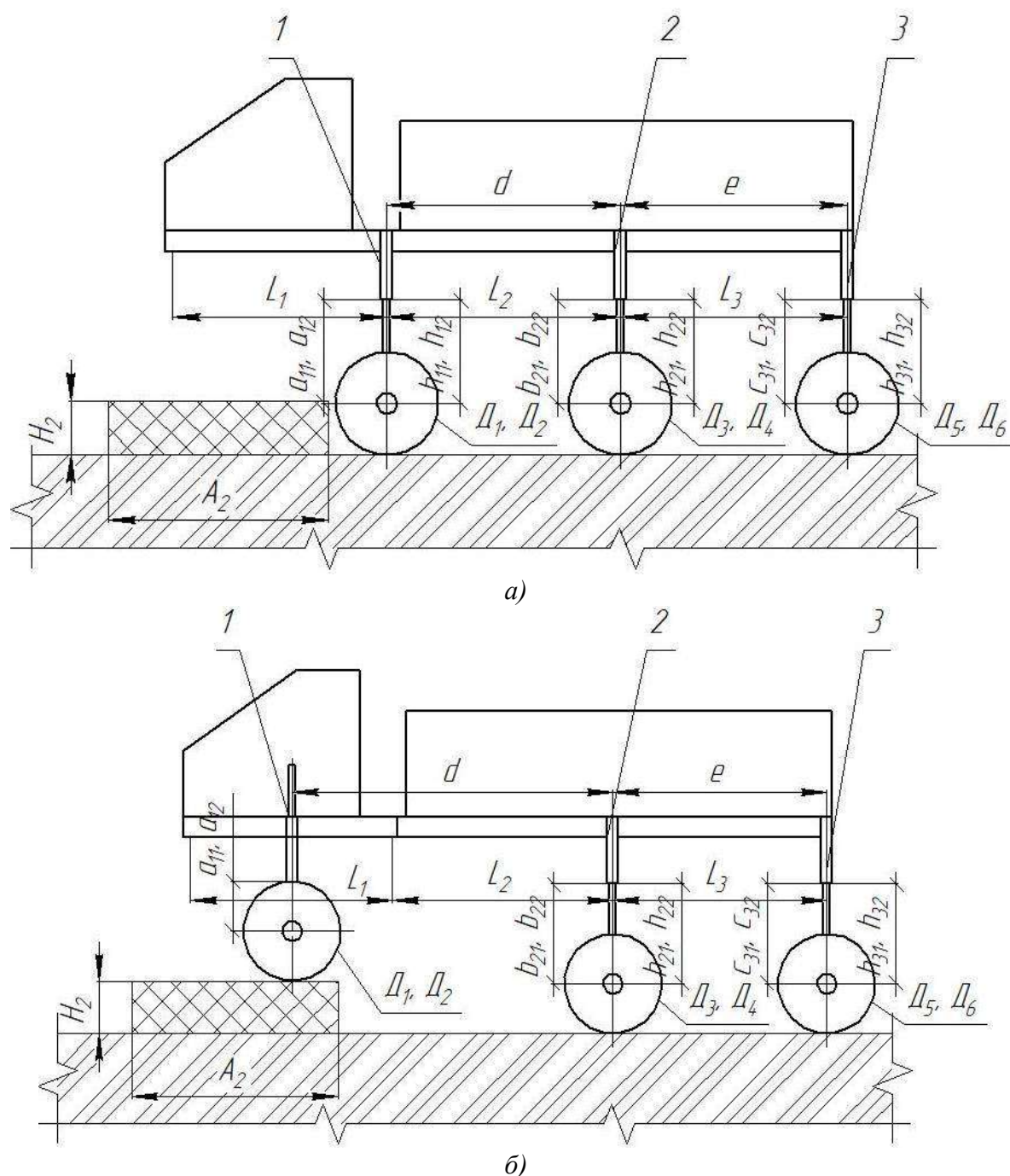
Исследования проводились способами движения качения (исследование № 1) и шагания (исследование № 2). Перед проведением испытаний различными способами передвижения подвижные части с движителями были предварительно установлены для способа движения качения согласно данным приведенным в таблице 1 и на рисунке 2, а для шагающего способа – таблицы 4 и рисунку 11.

Таблица 5 – Условия установки подвижных частей с движителями при исследовании наибольшей высоты преодолеваемого препятствия, испытание № 2

Table 5 – Conditions for the installation of moving parts with movers in the study of the greatest height of the obstacle to be overcome, test No. 2

Наименование параметра		Характеристика параметра	Примечание
Межосевое расстояние между подвижными частями	1 и 2	$d=L_2$	перед началом шагания подвижной части 1
	2 и 3	$e=L_3$	
	1 и 2	$d=0<L_1\leq\max+L_2$	после шагания подвижной части 1
	2 и 3	$e=L_3$	
Положение установки подвижных частей	1	0	перед началом шагания подвижной части 1
	2	0	
	3	0	
	1	$0<L_1\leq\max$	после шагания подвижной части 1
	2	0	
	3	0	
Положение установки движителей относительно механизма их вертикального перемещения	D_1	$a_{11}=h_{11}$	перед началом шагания подвижной части 1
	D_2	$a_{12}=h_{12}$	
	D_3	$b_{21}=h_{21}$	
	D_4	$b_{22}=h_{22}$	
	D_5	$c_{31}=h_{31}$	
	D_6	$c_{32}=h_{32}$	
	D_1	$0<a_{11}<h_{11}$	после шагания подвижной части 1
	D_2	$0<a_{12}<h_{12}$	
	D_3	$b_{21}=h_{21}$	
	D_4	$b_{22}=h_{22}$	
	D_5	$c_{31}=h_{31}$	
	D_6	$c_{32}=h_{32}$	

Результаты полевых испытаний преодоления препятствий наибольшей высоты экспериментальным транспортным средством способом качения представлены на рисунке 12. При заездах № 1-№ 3 высота препятствия изменялась с 40 до 80 мм соответственно, причем в третьем заезде препятствие было преодолено с трудом, а дальнейшее увеличение высоты препятствия не позволило экспериментальному транспортному средству преодолеть его способом качения. Таким образом, предельной высотой преодолеваемого способом качения препятствия в сравнении с диаметром движителя является $0,37 \cdot D$ при условии, что опорная поверхность имеет достаточную несущую способность для сцепления с движителями.



1-3 подвижные части продольного перемещения движителей; Д₁-Д₆ – движители; L₁-L₃ – диапазон продольного перемещения подвижных частей вдоль рамы; d – межосевое расстояние между подвижными частями 1 и 2; e – межосевое расстояние между подвижными частями 2 и 3; A₂ – ширина препятствия; H₂ – высота препятствия; а – положение перед началом шагания подвижной части 1; б – положение после шагания подвижной части 1

Рисунок 11 – Схема расположения подвижных частей с движителями при исследовании наибольшей высоты преодолеваемого препятствия экспериментального транспортного средства, испытание №2

Figure 11 – Scheme of the location of moving parts with propellers in the study of the greatest height of the experimental vehicle to overcome obstacles, test No. 2



Рисунок 12 – Исследование преодоления препятствия наибольшей высоты экспериментальным транспортным средством способом качения

Figure 12 – Study of overcoming an obstacle of the greatest height by an experimental vehicle by rolling

Для преодоления препятствий большей высоты использовались механизмы вертикального и продольного перемещения движителей вдоль рамы экспериментального транспортного средства, выполняющие шагающий способ передвижения (рисунок 13). В ходе полевых испытаний было выполнено шесть заездов, причем в первом заезде высота препятствия составляла 40 мм, а в каждом последующем увеличивалась на 20 мм (рисунок 14). Таким образом, максимальной высотой преодолеваемого способом шагания препятствия стала отметка в 140 мм, что в свою очередь обусловлено рабочим диапазоном механизма перемещения движителей экспериментального транспортного средства в вертикальной плоскости. В сравнении с диаметром движителя высота преодолеваемого шагающим способом движения препятствия превышает его радиус и составляет $0,65 \cdot D$.



Рисунок 13 – Исследование преодоления препятствия экспериментальным транспортным средством способом шагания

Figure 13 – Study of overcoming an obstacle by an experimental vehicle by walking

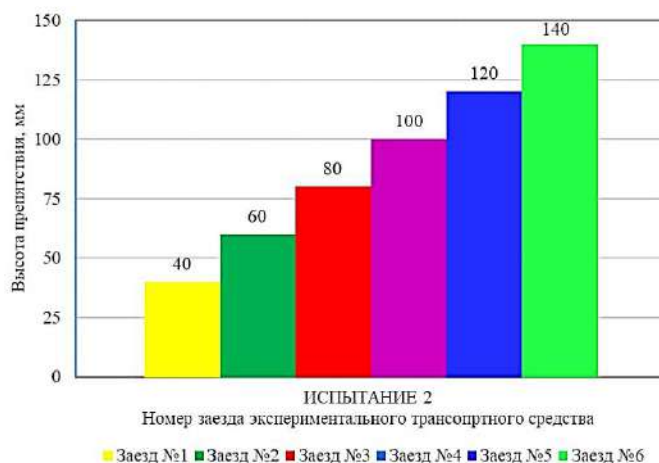


Рисунок 14 – Исследование преодоления препятствия наибольшей высоты экспериментальным транспортным средством способом шагания

Figure 14 – Study of overcoming an obstacle of the greatest height by an experimental vehicle by walking

Результаты исследований по преодолению препятствий наибольшей высоты показали, что при передвижении способом качения максимальная высота преодолеваемого препятствия в сравнении с диаметром движителя составила $0,37 \cdot D$, а при передвижении способом шагания увеличивается и составляет $0,65 \cdot D$, причем само препятствие может располагаться как выше, так и ниже (в глубину) уровня земли. При работе в полевых условиях транспортной техники нередко приходится сталкиваться с необходимостью преодоления располагающихся на пути передвижения таких преград как упавшие деревья, валуны, грунтовые насыпи, преодоление которых в некоторых случаях возможно только при помощи дополнительной техники или наличия технической возможности изменения способа передвижения с движения качения на шагающее передвижение [14].

Полевые исследования профильной проходимости экспериментального транспортного средства показали, что технические решения, заложенные в его конструкцию, позволяют (испытания № 2) в сравнении с транспортным средством не обладающим такими возможностями (испытания № 1) значительно улучшить показатели профильной проходимости и тем самым расширить сферу и номенклатуру выполняемых работ в сфере сельского хозяйства. Анализ полученных результатов показал, что:

- максимальный преодолеваемый в продольном направлении угол косогора изменяется с 20^0 (испытание № 1) до 40^0 (испытание № 2);
- наибольшая ширина преодолеваемого рва изменяется со 180 мм при движении качения до 400 при шагающем способе передвижения;
- наибольшая высота преодолеваемого препятствия при движении способом качения составляет 80 мм, при шагающем передвижении 140 мм.

Использование в сельском хозяйстве транспортной техники, способной передвигаться в полевых условиях комбинированным способом передвижения, позволит ей мобильно передвигаться по грунтовым дорогам и участкам бездорожья с возможностью выбора способа передвижения в зависимости от наличия на опорной поверхности естественных и искусственных преград, что в конечном счете скажется на сроках выполнения сельскохозяйственных операций, качестве доставленной продукции и на эффективности работы отрасли в целом.

Библиографический список

1. Мясников А. С., Фомин С. Д. Повышение профильной проходимости транспортных средств для перевозки грузов в сельском хозяйстве // Известия НВ АУК. 2022. № 4 (68).
2. Мясников А. С., Фомин С. Д. Повышение проходимости машинно-тракторных агрегатов на основе оптимизации способов передвижения // Перспективные тенденции развития научных исследований по приоритетным направлениям модернизации АПК и сельских территорий в современных социально-экономических условиях: мат. нац. науч.-практич. конф. Волгоград, 2021. Том III. С. 451-457.
3. Мясников А. С., Фомин С. Д. Совершенствование ходовой системы роботизированной платформы. В сборнике: Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2023. С. 211-216.
4. Мясников А. С., Фомин С. Д. Численное моделирование и анализ напряженно-деформированного состояния конструктивных деталей и сборочных узлов экспериментального транспортного средства с комбинированным способом передвижения для АПК // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1 (69). С. 575-587.
5. Пути дальнейшей модернизации транспортных средств для АПК / Н. И. Бышов [и др.] // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 123 (09).
6. Современная техника для АПК и перспективы ее модернизации / Н. И. Верещагин, Г. Д. Кокорев, С. В. Колупаев, В. А. Шафоростов, А. С. Колотов, А. А. Уткин, С. Н. Гусаров // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 120 (06).
7. Сравнительный анализ колесных, гусеничных и шагающих машин / Е. С. Брискин, В. В. Чернышев, А. В. Малолетов, Н. Г. Шаронов // Робототехника и техническая кибернетика. 2013. № 1. С. 6–14.
8. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта / И. А. Успенский, И. А. Юхин, Д. С. Рябчиков, А. С. Попов, К. А. Жуков // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101(07).
9. Шухман С. Б., Соловьев В. И., Малкин М. А. Теоретическое исследование профильной проходимости полноприводного автомобиля // Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». 2010.
10. Analysis and justification of the layout of a multipurpose machine for the development of mineral deposits / A. Z. Kassenov [et al.] // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. 2022. V. 1 (451). Pp. 63-68.
11. Mecanum-steering control for wheel-walking robot / V. E. Pavlovsky [et al.] // 19th International Conference series on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines (CLAWAR). 2017. Pp. 506-513.
12. Shoucri A., Resch E., Jones H. Dual-axis drive for a Mars rover. CCToMM Symposium on Mechanisms, Machines and Mechatronics // Transactions of the canadian society for mechanical engineering. 2007. V. 31 (4). Pp. 547-557.
13. Tavolieri C., Ottaviano E., Nardelli A. A design of a new leg-wheel walking robot // Mediterranean conference on control & automation: 15th Mediterranean Conference on Control and Automation. 2007. V. 1-4. Pp. 1507-1512.
14. Walking machines (elements of theory, experience of elaboration, application) / E. S. Briskin [et al.] // Emerging Trends in Mobile Robotics: proc. of the 13th Int. Conf. on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines. Japan, 2010. Pp. 769–776.

References

1. Myasnikov A. S., Fomin S. D. Increasing the profile cross-country ability of vehicles for transporting goods in agriculture // Izvestia NV AUK. 2022. № 4 (68).
2. Myasnikov A. S., Fomin S. D. Increasing the cross-country ability of machine-tractor units based on optimization of methods of movement // Promising trends in the development of scientific research in priority areas of modernization of the agro-industrial complex and rural areas in modern socio-economic conditions: mat. nat. scientific-practical. conf. Volgograd, 2021. V. III. Pp. 451-457.

3. Myasnikov A. S., Fomin S. D. Improving the running system of a robotic platform. // Innovative technologies in the agro-industrial complex in the context of digital transformation: materials of the International Scientific and Practical Conference. Volgograd, 2023. Pp. 211-216.
4. Myasnikov A. S., Fomin S. D. Numerical modeling and analysis of the stressed-deformed state of structural parts and assembly units of an experimental vehicle with a combined method of movement for the agro-industrial complex // Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: science and higher professional education. 2023. № 1 (69). Pp. 575-587.
5. Ways of further modernization of vehicles for the agro-industrial complex/N. I. Byshov [et al.] // Scientific journal KubGAU. 2016. № 123 (09).
6. Modern technology for the agro-industrial complex and prospects for its modernization / N. I. Vereshchagin, G. D. Kokorev, S. V. Kolupaev, V. A. Shaforostov, A. S. Kolotov, A. A. Utkin, S. N. Gusarov // Scientific journal KubGAU. 2016. № 120 (06).
7. Comparative analysis of wheeled, tracked and walking machines / E. S. Briskin, V. V. Chernyshev, A. V. Maloletov, N. G. Sharonov // Robotics and technical cybernetics. 2013. № 1. Pp. 6–14.
8. Trends in the promising development of agricultural transport / I. A. Uspensky, I. A. Yurkhin, D. S. Ryabchikov, A. S. Popov, K. A. Zhukov // Scientific journal KubGAU. 2014. № 101(07).
9. Shukhman S. B., Soloviev V. I., Malkin M. A. Theoretical study of the profile cross-country ability of an all-wheel drive car // Electronic scientific and technical publication "Science and Education". 2010.
10. Analysis and justification of the layout of a multipurpose machine for the development of mineral deposits / A. Z. Kassenov [et al.] // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. 2022. V. 1 (451). Pp. 63-68.
11. Mecanum-steering control for wheel-walking robot / V. E. Pavlovsky [et al.] // 19th International Conference series on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines (CLAWAR). 2017. Pp. 506-513.
12. Shoucri A., Resch E., Jones H. Dual-axis drive for a Mars rover. CCToMM Symposium on Mechanisms, Machines and Mechatronics // Transactions of the canadian society for mechanical engineering. 2007. V. 31 (4). Pp. 547-557.
13. Tavolieri C., Ottaviano E., Nardelli A. A design of a new leg-wheel walking robot // Mediterranean conference on control & automation: 15th Mediterranean Conference on Control and Automation. 2007. V. 1-4. Pp. 1507-1512.
14. Walking machines (elements of theory, experience of elaboration, application) / E. S. Briskin [et al.] // Emerging Trends in Mobile Robotics: proc. of the 13th Int. Conf. on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines. Japan, 2010. Pp. 769–776.

Информация об авторах

Мясников Алексей Сергеевич, преподаватель, ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград им. И. А. Матлашова» (РФ, 400011, г. Волгоград, Университетский пр-кт, д.71.), тел. 8-937-536-90-03, e-mail: Alexey1987M@yandex.ru

Фомин Сергей Денисович, доктор технических наук, профессор кафедры "Механика", ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, г. Волгоград, проспект Университетский, д. 26), тел. 8-927-521-88-55, e-mail: fsd_58@mail.ru

Ярунов Андрей Андреевич, аспирант, Волгоградский ГАУ, руководитель сервисной службы АО «Сады Придонья» (РФ, 403027, Волгоградская обл., м. р-н Городищенский, с.п. Панышинское, пос. Сады Придонья) тел. 8-937-094-47-03, E-mail: yarunov-aa@pridonie.ru

Authors Information

Myasnikov Alexey Sergeevich, lecturer at Gazprom College Volgograd named after I.A. Matlashov (71 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400011), tel. 8-937-536-90-03, e-mail: Alexey1987M@yandex.ru .

Fomin Sergey Denisovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mechanics, Volgograd State Agrarian University (26 Universitetskiy Avenue, Volgograd, 400002), tel. 8-927-521-88-55, e-mail: fsd_58@mail.ru

Yarunov Andrey Andreevich, Postgraduate student, Volgograd State University, head manager of the service department of JSC "Sady Pridonya" (RF, 403027, Volgograd region, Gorodishchensky microdistrict, village Panshinskoye, village of Sady Pridonya) tel. 8-937-094-47-03, e-mail: yarunov-aa@pridonie.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-64

INFLUENCE OF BIOADDITIVES ON THE VITAMIN COMPOSITION OF GLUTEN-FREE PASTA BASED ON RAW MATERIALS OF KAZAKHSTAN

N. M. Kerimbekova, Zh. Z. Urazbaev, A. S. Kazhybekova, A. I. Kabylda

*Astana branch of the Limited Liability Partnership «Kazakh Research Institute of
Processing and Food Industry»
Astana, Kazakhstan*

Corresponding author E-mail: kerimbekova_nur@mail.ru

The research was carried out within the framework of the scientific and technical program of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2021-2023 BR10764977 "Development of modern technologies for the production of dietary supplements, enzymes, starter cultures, starch, oils, etc. in order to ensure the development of the food industry"

Received 12.05.2023

Submitted 18.08.2023

Summary

The composition of the prepared gluten-free paste has a particularly high content of vitamins of group C and B. The vitamin composition of the paste remained even after its preparation. The enrichment with biological preparations allowed to obtain gluten-free pasta with improved nutritional characteristics.

Abstract

Introduction. The research work was carried out to develop gluten-free pasta enriched with the use of biological products (spinach, beets and carrots) to increase the vitamin content of gluten-free pasta. The analysis of the vitamin compositions of pasta before and after the addition of biological products was carried out. **Objects.** Gluten-free pasta enriched with biologics has been developed taking into account the need to expand the special daily diet of patients with celiac disease. For patients with celiac disease, it is very useful to eat foods fortified with vitamins, because they have a smaller assortment of food sources that they consume than if they followed a strictly gluten-free diet. **Results and conclusions.** The composition of the prepared gluten-free paste has a particularly high content of vitamins of group C and B. The vitamin composition of the paste remained even after its preparation. The enrichment with biological preparations allowed to obtain gluten-free pasta with improved nutritional characteristics. This work is the result of covering the years 2021-2023 within the framework of the project "Development of gluten-free pasta technology based on domestic raw materials". The selected dietary supplements increased the nutrient content of gluten-free pasta. Gluten-free pasta enriched with biological products fully met all the requirements.

Key words: *gluten-free products, gluten-free pasta, biological products, vitamin, spinach, beetroot, carrot.*

Citation. Kerimbekova N. M., Urazbaev Zh. Z., Kazhybekova A. S., Kabylda A. I. The influence of bioadditives on the vitamin composition of gluten-free pasta products based on raw materials of Kazakhstan. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 3(71). 652-660 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-64.

The author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.