

FIELD STUDIES OF THE SUPPORTING PERFORMANCE OF AN EXPERIMENTAL VEHICLE ON WET PLOWED SOIL

S. D. Fomin¹, A. S. Myasnikov²

¹Volgograd State Agrarian University

²Private Professional Educational Institution

«Gazprom College «Volgograd» named after I. A. Matlashov»
Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: fsd_58@mail.ru

Received 30.06.2023

Submitted 18.08.2023

Abstract

Introduction. Today crop production is one of the important components of the successful functioning of the country's economy. The connecting link of all technological operations for cultivating agricultural crops is transport work, a large share of which falls on road freight transport. The existing models of trucks used in the agricultural industry perform a wide range of transport work, but with the low load-bearing capacity of the supporting surface caused by unfavorable weather conditions, its use in field conditions is limited, and in some situations it is completely impossible. In turn, the delivery of goods to the place of sowing and the removal of crops, respectively, in the spring-autumn period are one of the determining directions for the financial and economic stability of agricultural enterprises of any form of ownership. The solution to the problem of using cargo transport equipment on foundations with weak load-bearing capacity is to modernize existing equipment or develop new types and models of it, allowing it to perform the required technological operations on various soils and in all weather conditions, including work on the most difficult foundations – wet plowed soil. One of the possible directions for solving this problem is the development and use of automobile vehicles with a combined method of movement – rolling and walking, which allows you to choose it depending on the type of base and the load-bearing capacity of its supporting surface. To study vehicles with a combined method of movement, an experimental vehicle was designed that has original technical solutions that allow it to move by rolling and walking methods. **Object.** The object of the study is the support patency of an experimental vehicle on wet plowed soil. **Materials and methods.** The reference cross-country ability of an experimental vehicle on wet plowed soil was determined in the field when studying parameters – the amount of current consumed by the engines, the distance traveled, the depth of the rut, the degree of soil compaction. The parameters of support patency on wet plowed soil were studied with and without the use of original technical solutions incorporated into the design of the experimental vehicle. **Results and conclusions.** Analysis of the results of field studies of the movement of an experimental vehicle using the rolling and walking methods on the base of wet plowed soil showed that: when moving by the rolling method, the peak current consumption indicators of the electric motors that ensure the forward movement of the vehicle at a load of 300 N amounted to 0.133 A, while when moving by walking amounted to 0.127 A; the depth of the track when moving by the rolling method is 2.5 cm at a load of 300 N, which is 2.1 times higher than when moving by the walking method, in which, at a load of 500 N, the depth of the track does not exceed 1.6 cm; the degree of soil compaction when moving by the rolling method with a load of 300 N is 1.114, while with the walking method of movement it is 1.077; at a load of 300 N, complete slipping occurs and the experimental vehicle gets stuck; forward movement using the rolling method is impossible without external forces, while movement using the walking method is also possible at a load of 500 N.

Key words: *experimental vehicle, combined mode of transportation, field tests, ground clearance, wet plowed soil.*

Citation. Fomin S. D., Myasnikov A. S. Field studies of the supporting performance of an experimental vehicle on wet plowed soil. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 3(71). 469-480 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-47.

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 ОПОРНОЙ ПРОХОДИМОСТИ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ВЛАЖНОМ
ВСПАХАННОМ ГРУНТЕ****С. Д. Фомин¹**, доктор технических наук, профессор
А. С. Мясников², преподаватель¹ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ²ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград им. И. А. Матлашова»
г. Волгоград, Российская Федерация

Актуальность. На сегодняшний день растениеводство является одной из важных составляющих успешного функционирования экономики страны. Связующим звеном всех технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур являются транспортные работы, большая доля из которых приходится на автомобильный грузовой транспорт. Имеющиеся и занятые в сельскохозяйственной отрасли образцы автомобильной грузовой техники выполняют широкий спектр транспортных работ, но при низкой несущей способности опорной поверхности, вызванной неблагоприятными погодными условиями, использование ее в полевых условиях ограничено, а в некоторых ситуациях и вовсе невозможно. В свою очередь, доставка грузов к месту выполнения посевных работ и вывоз урожая соответственно в весенне-осенний период являются одними из определяющих направлений для финансовой и экономической стабильности сельскохозяйственных предприятий любых форм собственности. Решением проблемы использования грузовой транспортной техники на основаниях со слабой несущей способностью является модернизация имеющейся техники или разработка ее новых видов и образцов, позволяющие ей выполнять поставленные технологические операции на различных грунтах и при любых погодных условиях, включая работу на самых сложных основаниях – влажный вспаханный грунт. Одним из возможных направлений решения поставленной проблемы является разработка и применение автомобильных транспортных средств с комбинированным способом передвижения – качением и шаганием, позволяющие его выбирать в зависимости от типа основания и несущей способности его опорной поверхности. Для исследования транспортных средств с комбинированным способом передвижения сконструировано экспериментальное транспортное средство, обладающее оригинальными техническими решениями, позволяющими передвигаться ему способами качения и шагания. **Объект.** Объектом исследования является опорная проходимость экспериментального транспортного средства на влажном вспаханном грунте. **Материалы и методы.** Опорная проходимость на влажном вспаханном грунте экспериментального транспортного средства определена в полевых условиях при исследовании параметров – величина потребляемого двигателями тока, пройденный путь, глубина колеи, степень уплотнения грунта. Параметры опорной проходимости на влажном вспаханном грунте исследованы при использовании оригинальных технических решений, заложенных в конструкцию экспериментального транспортного средства, и без них. **Результаты и выводы.** Анализ результатов полевых исследований передвижения экспериментального транспортного средства способами качения и шагания по основанию «влажный вспаханный грунт» показал, что: при передвижении способом качения показатели пикового потребления тока электродвигателями, обеспечивающими поступательное передвижение транспортного средства вперед при нагрузке 300 Н составили 0,133 А, тогда как при движении шаганием составили 0,127 А; глубина колеи при передвижении способом качения составляет при нагрузке 300 Н, 2,5 см, что 2,1 раза больше, чем при передвижении способом шагания, при котором при нагрузке 500 Н глубина колеи не превышает 1,6 см; степень уплотнения грунта при передвижении способом качения при нагрузке 300 Н составляет 1,114, тогда как при шагающем способе передвижения 1,077; при нагрузке 300 Н возникает полное буксование и экспериментальное транспортное средство застревает, поступательное передвижение вперед способом качения невозможно без внешних усилий, тогда как передвижение способом шагания выполняется и при нагрузке 500 Н.

Ключевые слова: экспериментальные транспортные средства, комбинированные способы передвижения, полевые испытания, опорная проходимость, влажный вспаханный грунт.

Цитирование. Фомин С. Д., Мясников А. С. Полевые исследования опорной проходимости экспериментального транспортного средства на влажном вспаханном грунте. *Известия НВ АУК*. 2023. 3(71). 469-480. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-47.

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. 2022 год для аграриев Волгоградской области отметился разными экономическими показателями работы, среди которых особого внимания заслуживают хозяйства, занимавшиеся выращиванием овощей – картофеля, лука, моркови, свеклы, и понесшие при этом значительные экономические потери. Причина всему обильные осадки. Когда влаги мало, это проблема, а когда ее избыток – настоящая беда. Затяжные осадки сорвали сроки работ, а непролазная грязь свела на нет возможность выезда в поля транспортных средств для вывоза овощей с полей, на которых находились тонны уже собранного урожая и в итоге большая часть которого просто сгнила, а большая из уцелевшей части подмерзла [1]. Подобные проблемы значительно сказываются на эффективности работы хозяйств, занимающихся овощеводством. Решением подобной проблемы могло бы стать наличие транспортных средств, которые смогли бы передвигаться в полевых условиях вне зависимости от состояния опорной поверхности, вызванной погодными условиями [8-13].

Одним из направлений развития транспортной техники для сельского хозяйства является возможность передвижения по опорной поверхности с низкой несущей способностью, включая самые сложные участки – влажные вспаханные грунты. Для решения подобной проблемы сконструировано экспериментальное транспортное средство, позволяющее передвигаться комбинированным способом – качением и шаганием, последнее, в свою очередь, технически предназначено для самовытаскивания при низкой несущей способности опорной поверхности [2-7].

Материалы и методы. Опорная проходимость [6, 7] на влажном вспаханном грунте экспериментального транспортного средства определена в полевых условиях при исследовании параметров – величина потребляемого двигателями тока, пройденный путь, глубина колеи, степень уплотнения грунта. Параметры опорной проходимости на влажном вспаханном грунте исследованы при использовании оригинальных технических решений, заложенных в конструкцию экспериментального транспортного средства, и без них.

Результаты и обсуждения. Экспериментальное транспортное средство состоит из следующих сборочных узлов (рисунок 1) [2]: 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.

Для проведения полевых испытаний опорной проходимости экспериментального транспортного средства на основании влажный вспаханный грунт подготавливаются зачетные участки длиной и шириной не менее двух его габаритных длин и не менее одной его ширины соответственно. Влажный грунт вспахан на глубину не менее 0,15 м, разравненный, относительная влажность поверхностного слоя составляет 30-35%.



Рисунок 1 – Общий вид экспериментального транспортного средства
(без кабины и кузова)

Figure 1 – General view of the experimental vehicle (without cabin and body)

Изначальная загрузка экспериментального транспортного средства составляет 200 Н, максимальная не превышает 500 Н, что обусловлено заложенными прочностными характеристиками в конструкции его сборочных узлов.

В качестве параметров для исследования опорной проходимости экспериментального транспортного средства на основании влажный вспаханный грунт измерялись следующие показатели: потребляемый ток электродвигателями, установленными на движителях (D_1 - D_6) и механизмах продольного перемещения вдоль рамы подвижных частей (D_{13} - D_{15}); масса груза, укладываемого в кузов экспериментального транспортного средства; пройденный путь; глубина колеи; степень уплотнения грунта до и после прохода экспериментального транспортного средства.

Результаты исследований передвижения экспериментального транспортного средства способом качения представлены на рисунках 2-5.

Зависимость потребления тока электродвигателями, установленными на движителях, от нагрузки транспортного средства представлена на рисунке 2. Анализ результатов исследований показал, что при увеличении нагрузки с 200 Н до 300 Н среднее арифметическое значение потребляемого электродвигателями, установленными на движителях, тока увеличивается и достигает максимального значения $I_{1-6} \approx 0,133$ А при загрузке 300 Н. Потребление тока электродвигателями D_1 - D_6 носит равномерный характер, что говорит о равномерном сцеплении движителей с опорной поверхностью и отклонение между двигателями составляет не более 0,001 А. Максимальная нагрузка 300 Н обусловлена отсутствием возможности дальнейшего передвижения способом качения по основанию «влажный вспаханный грунт».

Результаты исследований изменения глубины колеи и степени уплотнения грунта от нагрузки экспериментального транспортного средства представлены на рисунке 3. Анализ данных показал, что при увеличении нагрузки изменение глубины колеи и степени уплотнения грунта носит прямо пропорциональный характер и при изменении нагрузки с 200 Н до 300 Н соответственно увеличиваются с 1,98 см до 2,5 см и с 1,068 до 1,114 соответственно.

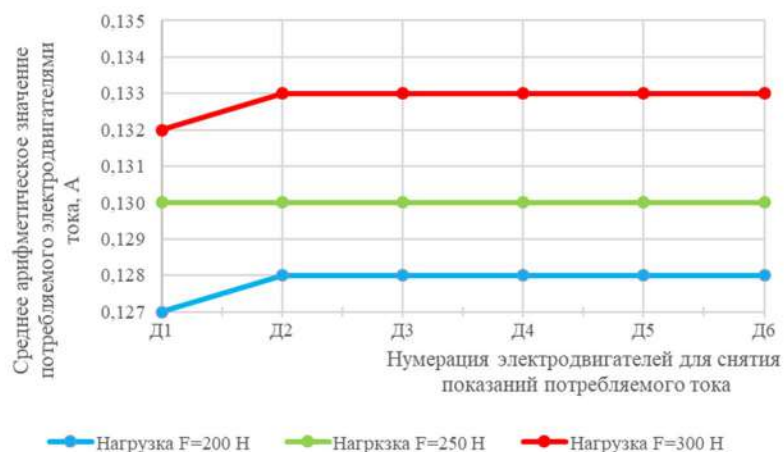


Рисунок 2 – Исследование потребления электродвигателями D₁-D₆ тока в зависимости от нагрузки экспериментального транспортного средства при передвижении способом качения по основанию «влажный вспаханный грунт»

Figure 2 – Study of current consumption by electric motors D1-D6 depending on the load of the experimental vehicle when moving by rolling on the base of wet plowed soil

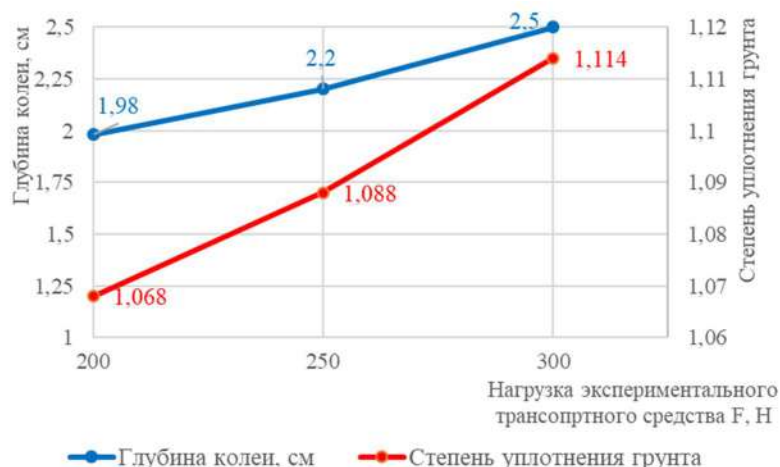


Рисунок 3 – Исследование изменения глубины колеи и степени уплотнения грунта в зависимости от нагрузки экспериментального транспортного средства при передвижении способом качения по основанию «влажный вспаханный грунт»

Figure 3 – Study of changes in rut depth and degree soil compaction depending on the experimental load vehicle when moving by rolling on the base wet plowed soil

Исследование влияния нагрузки на пройденный путь экспериментальным транспортным средством в контрольные моменты времени представлен на рисунке 4. Анализ результатов исследований показал, что при увеличении нагрузки длина пройденного пути в контрольные моменты времени уменьшается, что свидетельствует об увеличении степени буксования движителей. При нагрузке 300 Н экспериментальное транспортное средство смогло проехать способом качения всего 0,12 м, после чего перемещение стало равно «0», что объясняется его застреванием и отсутствием возможности самостоятельно передвигаться вперед.

Фрагменты проведения исследований передвижения способом качения экспериментального транспортного средства по основанию «влажный вспаханный грунт» приведены на рисунке 5.

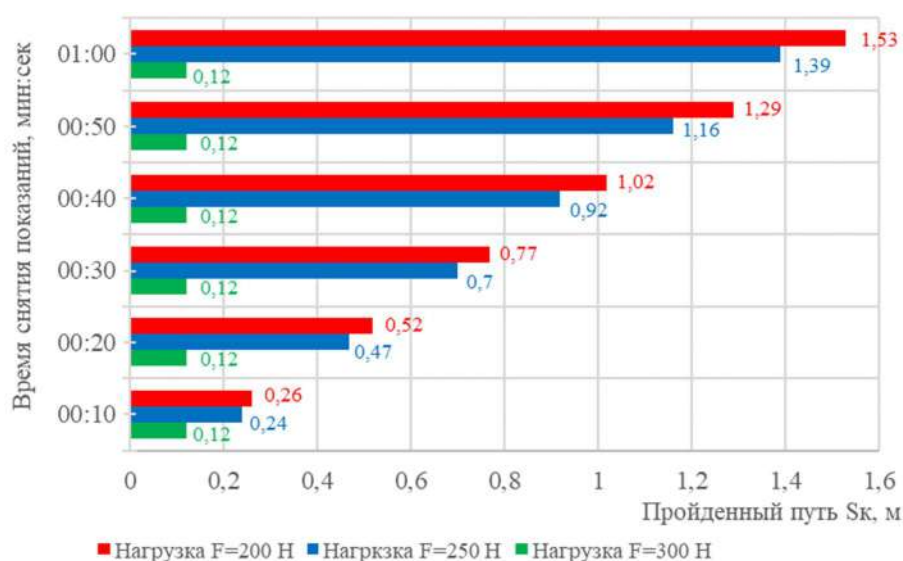


Рисунок 4 – Исследование изменения пройденного пути в контрольные моменты времени в зависимости от нагрузки экспериментального транспортного средства при передвижении способом качения по основанию «влажный вспаханный грунт»

Figure 4 – Study of the change in the distance traveled at control points in time depending on the load of the experimental vehicle when moving by rolling on the base wet plowed soil



а



б

Рисунок 5 – Фрагменты проведения исследований передвижения способом качения экспериментального транспортного средства по основанию «влажный вспаханный грунт»

а – вид общий; б – измерение глубины

Figure 5 – Fragments of conducting research on movement by the method of rolling an experimental vehicle along base moist plowed soil

а – general view; б – depth measurement

Результаты исследований передвижения экспериментального транспортного средства способом качения по основанию «влажный вспаханный грунт» показали, что при увеличении нагрузки величина потребляемого электродвигателями (D_1 - D_6) тока увеличивается и достигает максимального значения 0,133 А при нагрузке 300 Н, при которой наступает застревание и самостоятельно выбраться транспортное средство не в состоянии. Также при увеличении нагрузки прямо пропорционально увеличиваются глубина колеи и степень уплотнения грунта, и при нагрузке 300 Н составляют соответственно 2,5 см и 1,114, что, в свою очередь, ухудшает физические и механические свойства почвы.

При наступлении момента застревания экспериментальное транспортное средство не может передвигаться самостоятельно способом качения. Так, на основании «влажный вспаханный грунт» застревание произошло при нагрузке 300 Н, и транспортное средство перешло на режим передвижения шаганием с целью самовытаскива-

ния, при котором оно способно циклично передвигаться, причем продольное перемещение за один цикл равно «длине шага» 0,4 м. Результаты полевых испытаний показали, что на основании влажный вспаханный грунт экспериментальное транспортное средство способно передвигаться шаганием до максимальной нагрузки 500 Н, что обусловлено прочностным расчетом (рисунок 6).



Рисунок 6– Исследование изменения пройденного пути в зависимости от нагрузки экспериментального транспортного средства при передвижении способом шагания по основанию «влажный вспаханный грунт»

Figure 6 – Study of the change in the distance traveled depending on the load of the experimental vehicle when moving by walking on the base of wet plowed soil

При этом для поступательного передвижения вперед максимальное потребления тока электродвигателями подвижных частей 1-3 (рисунок 1) не превышает 0,13 А (рисунок 7). Характер изменения потребления электрического тока электродвигателями носит прямо пропорциональный характер, согласно которому при увеличении нагрузки величина потребления тока увеличивается, при постоянной же нагрузке потребления тока между электродвигателями подвижных частей 1-3 практически одинаково.

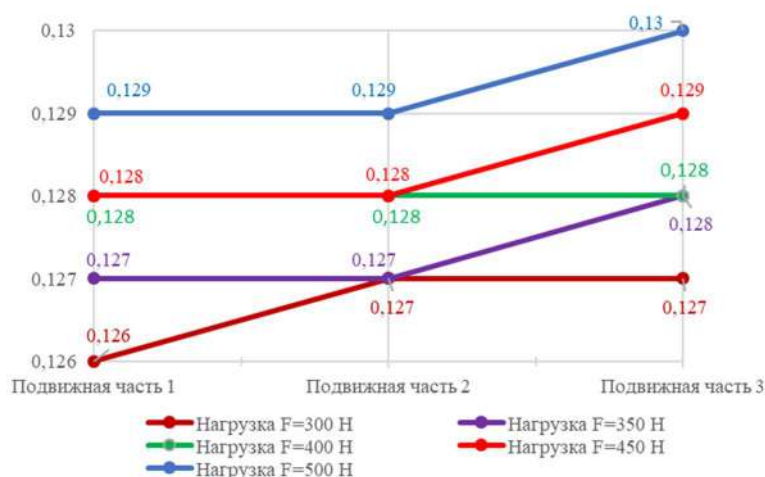


Рисунок 7 – Исследование потребления электродвигателями подвижных частей 1-3 тока в зависимости от нагрузки экспериментального транспортного средства при передвижении способом шагания по основанию «влажный вспаханный грунт»

Figure 7 – Study of the consumption of electric motors of moving parts 1-3 current depending on the load of the experimental vehicle when moving by walking on the base wet plowed soil

При передвижении способом шагания по основанию «влажный вспаханный грунт» глубина колеи и степень уплотнения грунта (рисунок 8) увеличиваются пропорционально нагрузке экспериментального транспортного средства и при изменении нагрузки от 300 Н до 500 Н изменяются соответственно 1,2 см, 1,031 и 1,6 см, 1,077 (рисунок 9).



а



б

Рисунок 8 – Фрагменты взятия пробы и измерения объемного веса грунта при передвижении шагающим способом экспериментального транспортного средства по основанию «влажный вспаханный грунт»

а – взятие пробы; б – измерение объемного веса грунта

Figure 8 – Fragments of sampling and measuring the volumetric weight of the soil when walking the experimental vehicle on the base of wet plowed soil

а – sampling; б – measurement of the volumetric weight of the soil

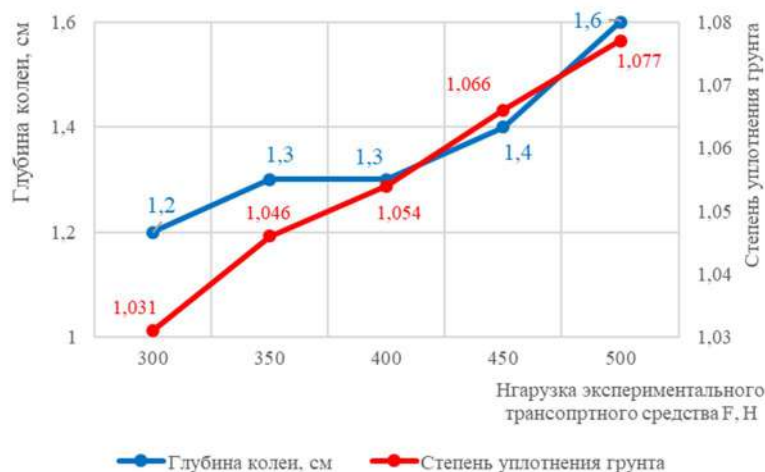


Рисунок 9 – Исследование изменения глубины колеи и степени уплотнения грунта в зависимости от нагрузки экспериментального транспортного средства при передвижении способом шагания по основанию «влажный вспаханный грунт»

Figure 9 – Study of changes in rut depth and degree soil compaction depending on the experimental load vehicle when moving by walking on the base wet plowed soil

Результаты полевых исследований показали, что экспериментальное транспортное средство способно шагающим способом передвигаться с любой нагрузкой, ограниченной максимально заложенной прочностному расчету показателю (рисунок 10). Потребление тока электродвигателями подвижных частей 1-3, глубина колеи и степень уплотнения грунта увеличиваются прямо пропорционально увеличению нагрузки в кузове экспериментального транспортного средства.



а

б

Рисунок 10 – Фрагменты передвижения способом шагания экспериментального транспортного средства по основанию «влажный вспаханный грунт»

а – передвижение подвижной части 1; б – передвижение подвижной части 2

Figure 10 – Fragments of movement by walking experimental vehicle on the ground wet plowed soil

а – movement of the movable part 1; б – movement of the moving part 2

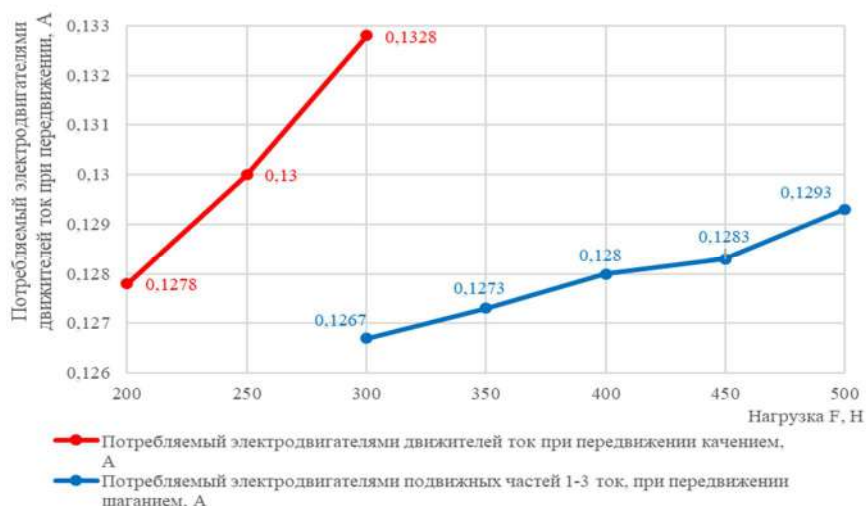


Рисунок 11 – Сравнительный анализ потребления электродвигателями экспериментального транспортного средства тока при передвижении способами качения и шагания по основанию «влажный вспаханный грунт»

Figure 11 – Comparative analysis of consumption by electric motors experimental vehicle current when moving rolling and walking on the ground wet plowed soil

Сравнительный анализ результатов полевых исследований передвижения экспериментального транспортного средства способами качения и шагания по основанию «влажный вспаханный грунт» говорят о том, что:

- при передвижении способом качения показатели пикового потребления тока электродвигателями, обеспечивающими поступательное передвижение транспортного средства вперед (электродвигатели движителей и подвижных частей), значительно выше, чем при движении шагающим способом (рисунок 11). Так, при нагрузке 300 Н потребление тока электродвигателями движителей составляет 0,133 А, а подвижных частей 0,127 А и только при нагрузке 500 Н увеличивается до 0,129 А, что свидетельствует о меньших энергетических затратах на передвижение вперед;

- глубина колеи при передвижении способом качения составляет при нагрузке 300 Н 2,5 см, что 2,1 раза выше, чем при передвижении способом шагания, при котором при нагрузке 500 Н глубина колеи не превышает 1,6 см;

- степень уплотнения грунта при передвижении способом качения при нагрузке 300 Н составляет 1,114, тогда как при шагающем способе передвижения 1,077;

- при нагрузке 300 Н возникает полное буксование и экспериментальное транспортное средство застревает, поступательное передвижение вперед способом качения невозможно без внешних усилий, тогда как передвижение способом качения возможно и при нагрузке 500 Н.

Заключение. Анализ результатов полевых исследований передвижения экспериментального транспортного средства способами качения и шагания по основанию «влажный вспаханный грунт» показал, что: при передвижении способом качения показатели пикового потребления тока электродвигателями, обеспечивающими поступательное передвижение транспортного средства вперед при нагрузке 300 Н составили 0,133 А, тогда как при движении шаганием составили 0,127 А; глубина колеи при передвижении способом качения составляет при нагрузке 300 Н 2,5 см, что 2,1 раза больше, чем при передвижении способом шагания, при котором при нагрузке 500 Н глубина колеи не превышает 1,6 см; степень уплотнения грунта при передвижении способом качения при нагрузке 300 Н составляет 1,114, тогда как при шагающем способе передвижения 1,077; при нагрузке 300 Н возникает полное буксование и экспериментальное транспортное средство застревает, поступательное передвижение вперед способом качения невозможно без внешних усилий, тогда как передвижение способом шагания выполняется и при нагрузке 500 Н. Применение технических решений, позволяющих экспериментальному транспортному средству передвигаться на основании влажный вспаханный грунт, повышает его проходимость и возможность самостоятельно и вовремя доставить сельскохозяйственный груз в пункт назначения вне зависимости от состояния опорной поверхности и погодных условий, повышая тем самым стабильность выполнения перевозок и эффективность работы в целом всего предприятия.

Conclusions. Analysis of the results of field studies of the movement of an experimental vehicle using the rolling and walking methods on the base of wet plowed soil showed that: when moving by the rolling method, the peak current consumption indicators of the electric motors that ensure the forward movement of the vehicle at a load of 300 N amounted to 0.133 A, while when moving by walking amounted to 0.127 A; the depth of the track when moving by the rolling method is 2.5 cm at a load of 300 N, which is 2.1 times greater than when moving by the walking method, in which, at a load of 500 N, the depth of the track does not exceed 1.6 cm; the degree of soil compaction when moving by the rolling method with a load of 300 N is 1.114, while with the walking method of movement it is 1.077; at a load of 300 N, complete slipping occurs and the experimental vehicle gets stuck; forward movement using the rolling method is impossible without external forces, while movement using the walking method is also performed at a load of 500 N. The use of technical solutions that allow the experimental vehicle to move on the basis of wet plowed soil, increases its maneuverability and the ability to independently and on time deliver agricultural cargo to its destination, regardless of the state of the supporting surface and weather conditions, thereby increasing the stability of transportation and the efficiency of the entire enterprise as a whole.

Библиографический список

1. Дожди и заморозки мешают волгоградским аграриям вывезти с полей тонны овощей. <https://smotrim.ru/article/3022647>.
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: материалы нац. науч.-практич. конф. Волгоград, 2021. Том III. С. 451-457.
3. Мясников А. С., Фомин С. Д. Повышение профильной проходимости транспортных средств для перевозки грузов в сельском хозяйстве // Известия НВ АУК. 2022. 4 (68).
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. Мясников А. С., Фомин С. Д. Совершенствование ходовой системы роботизированной платформы // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2023. С. 211-216.

6. Острецов А. В., Есаков А. Е., Шарипов В. М. Сравнительная оценка опорной проходимости автомобилей КамАЗ-4350, КамАЗ-43114 и Урал-4320-31 на сыпучем песке // Известия МГТУ «МAMI». 2014. Т. 1. № 1 (19). С. 50-55.

7. Прядкин В. И. Оценка опорно-цепной проходимости средств химизации по почвам с низкой несущей способностью // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 5. С. 15-18.

8. Экспериментально-теоретические исследования опорной проходимости многоосных колесных машин / Л. В. Барахтанов, В. В. Беляков, Д. А. Галкин, А. С. Зайцев, Д. В. Зезюлин, В. С. Макаров // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. А. Алексеева. 2012. № 3 (96).

9. Aliseychik A., Orlov I., Pavlovsky V. Wheel-walking pneumatically actuated robot // Mobile service robotics: 17th International Conference on Climbing and Walking Robots (Clawar). 2014. Pp. 159-164.

10. Castelli G., Ottaviano E. Design and Simulation of a New Hybrid Mobile Robot for Overpassing Obstacles // 2nd European Conference on Mechanism Science. 2009. P. 101.

11. Ottaviano E., Vorotnikov S., Kurenev P. Design improvements and control of a hybrid walking robot // Robotics and autonomous systems. 2011. No 59 (2). Pp.128-141.

12. Tavolieri C., Ottaviano E., Ceccarelli M. Design and problems of a new leg-wheel walking robot // Advances in climbing and walking robots: 10th International Conference. 2007. Pp. 319-328.

13. Vorotnikov S., Roshupkin S. In Autonomous mobile robot Extreme robotics // 19th All-Russian Scientific-and-Tech. conf. S-Petersburg, 2008. Pp. 221-226.

References

1. Rains and frosts prevent Volgograd farmers from removing tons of vegetables from the fields. <https://smotrim.ru/article/3022647>.

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: materials of national scientific-practical. conf. Volgograd, 2021. V. III. Pp. 451-457.

3. 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).

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. Myasnikov A. S., Fomin S. D. Improvement of the running system of the 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.

6. Ostretsov A. V., Esakov A. E., Sharipov V. M. Comparative assessment of the reference cross-country ability of cars KamAZ-4350, KamAZ-43114 and Ural-4320-31 on loose sand // Izvestia MSTU "MAMI." 2014. V. 1. № 1 (19). Pp. 50-55.

7. Pryadkin V. I. Assessment of the supporting and coupling cross-country ability of chemical means for soils with low bearing capacity // Tractors and agricultural machines. 2013. № 5. Pp. 15-18.

8. Experimental and theoretical studies of the supporting cross-country ability of multi-axle wheeled vehicles / L. V. Barakhtanov, V. V. Belyakov, D. A. Galkin, A. S. Zaitsev, D. V. Zezyulin, V. S. Makarov // Proceedings of the Nizhny Novgorod State Technical University named after R. A. Alekseev. 2012. № 3 (96).

9. Aliseychik A., Orlov I., Pavlovsky V. Wheel-walking pneumatically actuated robot // Mobile service robotics: 17th International Conference on Climbing and Walking Robots (Clawar). 2014. Pp. 159-164.

10. Castelli G., Ottaviano E. Design and Simulation of a New Hybrid Mobile Robot for Overpassing Obstacles // 2nd European Conference on Mechanism Science. 2009. P. 101.
11. Ottaviano E., Vorotnikov S., Kurenev P. Design improvements and control of a hybrid walking robot // Robotics and autonomous systems. 2011. No 59 (2). Pp.128-141.
12. Tavolieri C., Ottaviano E., Ceccarelli M. Design and problems of a new leg-wheel walking robot // Advances in climbing and walking robots: 10th International Conference. 2007. Pp. 319-328.
13. Vorotnikov S., Roshupkin S. In Autonomous mobile robot Extreme robotics // 19th All-Russian Scientific-and-Tech. conf. S-Petersburg, 2008. Pp. 221–226.

Информация об авторах

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

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

Authors Information

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

Myasnikov Alexey Sergeevich, Teacher, Private Professional Educational Institution «Gazprom College «Volgograd» named after I.A. Matlashov» (Russia, 400011, Volgograd, 71 Universitetskiy Ave.), tel. 8-937-536-90-03, e-mail: Alexey1987M@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-48

LENGTH OF SPRINKLERS FOR MOLE IRRIGATION IN THE LOWER VOLGA REGION

E. A. Khodiakov, N. Yu. Petrov, S. G. Milovanov, K. V. Bondarenko

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Volgograd State Agrarian University»
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: npetrov60@list.ru

Received 05.06.2023

Submitted 01.08.2023

Summary

The studies were carried out in 2022 on the experimental field of the Educational Research and Production Center of the Volgograd State Agrarian University «Gornaya Polyana». The article presents an analysis of the research results of the uniformity of changes in soil moisture at different lengths of sprinklers in the mole irrigation system.

Abstract

Introduction. Modern irrigation technique must respond the requirements of resource saving and mole irrigation, as a kind of subsoil irrigation, fully possesses these qualities. This method of irrigation does not require large capital expenditures for the construction of an irrigation system in the irrigated area, but at the same time, it can significantly save irrigation water and increase crop yields. In this regard, the study of the features of equipment and technology for irrigation of various agricultural crops by mole irrigation is a perspective direction of our research. **Object.** The length of sprinklers in the mole irrigation system. **Materials and methods.** The researches were carried out in 2022 on light chestnut soils of the Lower Volga region. One of the main tasks of our studies about the scientific and experimental substantiation of the structural elements of the mole irrigation system was to explore the uniformity of soil moisture at different lengths of mole irrigators. Moisture uniformity was assessed by the dynamics of soil moisture contours on the next day after irrigation in 3 variants of the experiment with molehill lengths of 50, 75 and 100 m in three soil zones: waterlogged soil (> 110% of the Lowest