

4. Отдел агрономического сопровождения ООО «Питер Пит». Комфортный субстрат // Вестник овощевода. – 2016. – № 2. – С. 14–15.

5. Павлов П.И., Демин Е.Е., Хакимзянов Р.Р. Определение производительности фрезерующих рабочих органов погрузчика навоза // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 4. – С. 14–17.

6. Павлов П.И., Везиров А.О., Мухин Д.В. Комбинированный укладчик компонентов почвы для теплиц // Научная мысль. – 2016. – №5. С. 36–38.

7. Pavlov P.I., Demin E.E., Khakimzyanov R.R., Levchenko G.V., Vezirov A.O. Mechanization of soil preparation for greenhouses // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018; No. 9(3):1023–1030.

Павлов Павел Иванович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Корсак Виктор Владиславович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Везиров Александр Олегович, канд. техн. наук, докторант кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Мухин Дмитрий Вадимович, аспирант кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.
Тел.: (8452) 74-96-50.

Ключевые слова: субстрат; теплица; комбинированный укладчик; почвенные компоненты; цепной транспортер; скребковый рабочий орган.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE CONSTRUCTIVE AND MODE PARAMETERS OF A COMBINED ROCKER ON THE POWER OF THE DRIVE OF THE WORKING BODIES

Pavlov Pavel Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Korsak Viktor Vladislavovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Vezirov Aleksandr Olegovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Mukhin Dmitriy Vadimovich, Post-graduate Student of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: substrate; greenhouse; handler; soil components; chain conveyor; scraper tool.

The regression equations and graphical dependencies are obtained, which describe the influence of design and operating parameters on the drive power of the working bodies. The value of the design and operating parameters in which the power required to drive the working bodies, will have a minimum value are experimentally determined.

УДК 631.347

ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

РЯЗАНЦЕВ Анатолий Иванович, Государственный социально-гуманитарный университет

АНТИПОВ Алексей Олегович, Государственный социально-гуманитарный университет

МАЛЬКО Игорь Валерьевич, Государственный социально-гуманитарный университет

СМИРНОВ Алексей Игоревич, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Отмечается, что оптимизация параметров ходовых систем многоопорных дождевальных машин «Фрегат» и «Кубань-ЛК1» базируется на изучении системы «дождь – поверхность орошения – ДМ», определяющей показатели энерго-цепных свойств машины. Рассматриваются вопросы влияния на отмеченные характеристики степени залипаемости и высоты почвозацепов (в зависимости от износа) пневмошин тележек ДМ. Приводятся данные лабораторных исследований, позволяющие судить о практическом отсутствии залипания шин почвой за счет смыва ее силовым воздействием искусственного дождя. При этом указывается, что дождевальные машины обеспечивают необходимые энергосцепные свойства во всем диапазоне изменения поливных норм. Их некоторое уменьшение наблюдается при повышенной водоподаче ($400 \text{ м}^3/\text{га}$ и более), а увеличение – при изменении направленности и высоты почвозацепов.

Введение. На сегодняшний день проблема оптимизации параметров многоопорных машин («Фрегат», «Кубань-ЛК1») и их движителей в системе «дождь – поверхность орошения – ДМ» в полной мере решена. Указанная система и ее подсистемы для конкретных объектов и отде-

льных условий эксплуатации находятся в стадии разработки.

Улучшение конструкции почвозацепов пневмошин – наиболее эффективный метод повышения ее тяговых качеств. Однако в области эксплуатации ДМ, работающих в условиях по-



вышенной влажности и залипаемости, эти направления мало исследовались.

Цель исследования – оценить залипаемость и энергосцепные свойства пневмошин (на примере ДМ «Фрегат») от режима полива, направленности и параметров почвозацепов.

Методика исследований. Исследования проводили на специально разработанной экспериментальной установке (рис. 1), техническая характеристика которой приведена в табл. 1.

Установка состоит из рамы 1, установленного на ней макетного образца пневматической шины ДМ, бетонных блоков компьютера 3 и тензометрического комплекса 5.

На макетном образце, установленном на опытной делянке с многолетними травами, при различных режимах орошения, определяемых значением поливных норм от 200 до 500 м³/га, оцениваемых по дождемерам и создаваемых стационарными дождеобразующими устройствами при различной направленности почвозацепов шины ДМ «Фрегат» определяли показатель ее залипаемости и энергосцепные свойства [2].

Результаты исследований. Залипаемость протектора шины определяли посредством нагрузки ее в стационарном положении до требуемого, в практических условиях давления на почву (около 100кПа) с последующим приведением его в движение посредством тяги. После выхода протектора шины из зоны контакта с почвой и воздействия на него энергетической мощности дождя по почвенным налипшим остаткам в процентном отношении по выражению (1) определяли залипаемость колеса:

$$Z = \frac{F_3}{F_k} 100, \% . \quad (1)$$

где F_3 – площадь протектора шины с залипшими почвенными остатками, м²; F_k – площадь контакта шины с почвой, м².

Результирующую составляющую залипаемости шины почвой определяли при ее движении визуальным способом воздействием и

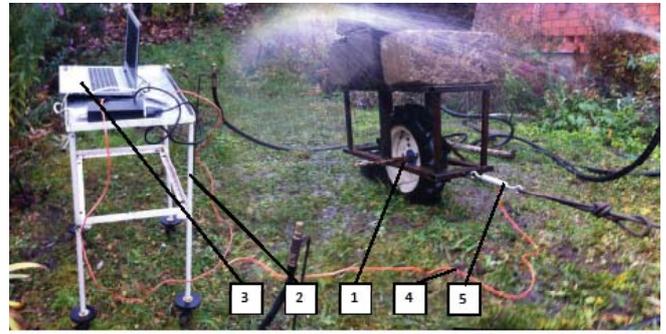


Рис. 1. Определение энергосцепных свойств в макетного образца пневматической шины ДМ посредством тензометрирования: 1 – рама; 2 – столик; 3 – компьютер; 4 – кабель; 5 – тензозвено

смыва искусственным дождем почвенных включений, оставшихся после прохождения зоны контакта колеса с опорной поверхностью.

Энергосцепные свойства макетного образца шины определяли посредством тензометрирования соответственно при качении и в заторможенном состоянии пневмоколеса. Электрическая схема тензометрирования, включает в себя первичный преобразователь (тензодатчик или тензомост) и измерительный модуль ZET 7111 Tensometer-CAN. Тензодатчик устанавливается в месте измерений, а измерительный модуль – в непосредственной близости. На выходе тензодатчика формируется напряжение, пропорциональное воздействию измеряемой величины. Измерительный модуль осуществляет преобразование этого напряжения в значения измеряемой величины. Полученные значения передаются в цифровом виде на экран ПК по интерфейсу CAN 2.0, что позволяет использовать датчики без дополнительной настройки измерительных каналов. Весь процесс измерения параметров отображается на экране ПК в реальном времени и протоколируется для дальнейшего анализа [4].

Коэффициенты трения сцепления φ_c и сопротивления качению f соответственно рассчитывали по формулам (2) и (3):

Таблица 1

Техническая характеристика лабораторной установки для исследований залипаемости энергосцепных свойств макетного образца шины ДМ

Показатели	Характеристика
Энергосцепные свойства шины, Н	Сила трения (сцепления) сопротивлению качению
Залипаемость почвозацепов шины	Наличие почвенных частиц на шине после ее контакта с почвой
Величина вертикальной нагрузки на шину, кН	2,0
Марка макетного образца шины	4,00×10P
Габаритные размеры, м	4×10
Масса, кг	12,0



$$\varphi_c = \frac{P_{сц}}{G}; \quad (2)$$

$$f = \frac{P_f}{G}, \quad (3)$$

где $P_{сц}$ – максимальная величина силы трения (сцепления), определяемая в момент сдвигания шины, Н; G – вес, приходящийся на шину, Н; P_f – величина силы сопротивления качению шины, Н.

В целях объективной оценки энергосцепных свойств пневмошин ДМ «Фрегат», особенно с противоположно направленными почвозацепами, вначале, для различного режима полива, производили оценку их залипаемости.

Исследования проводили при качении макетного образца шины как по предварительно политой деланке с многолетними травами нормами 200, 300, 400 и 500 м³/га, так и непосредственно во время полива.

В первом случае при моделировании несущей нагрузки на шину производили оценку залипания шины в зоне ее контакта с почвой, а во втором – качества смыва ее остатков искусственным дождем дождевателей.

Как видно из рис. 2 (линия 1), залипание почвы с противоположно направленными почвозацепами (наиболее склонных к забиванию в зоне ее контакта) имеет незначительное значение и изменяется от 4 % (поливная норма $m = 200$ м³/га) до 10 % ($m = 500$ м³/га).

Отмеченное обусловлено значительным водонасыщением поверхностного слоя почвы, особенно при больших нормах полива, когда ее липкость к протектору шины минимальна.

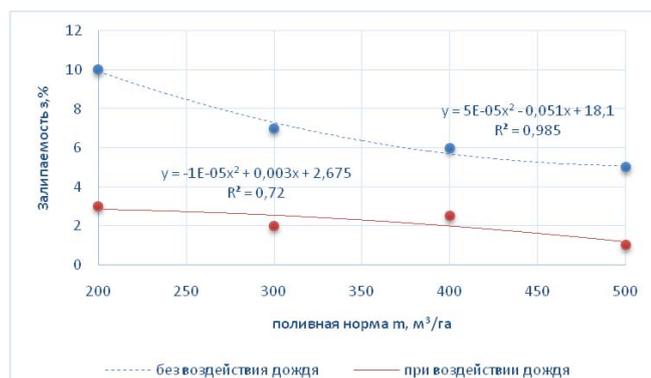


Рис. 2. Залипание шины почвой

Искусственный дождь, энергетические характеристики которого превышают мощность залипания практически полностью смывает (см. рис. 2, линия 2) оставшиеся почвенные частицы на шине после ее контакта с опорной поверхностью.

Тензометрирование по оценке энергетических и сцепных свойств макетного образца шины ДМ «Фрегат» и «Кубань-ЛК1» при различных схемах ее установки по направленности почвозацепов и режимах орошения позволили выявить следующее (табл. 2, рис. 3, 4) [1].

Как видно из приведенных экспериментальных данных, коэффициент сопротивления качению шины имеет незначительное изменение как при увеличении поливной нормы (от 0,015 до 0,044 при прямонаправленных почвозацепах), так и при изменении направленности движения (от 0,016 до 0,045). То есть качение шины с противоположно направленными почвозацепами при одном значе-

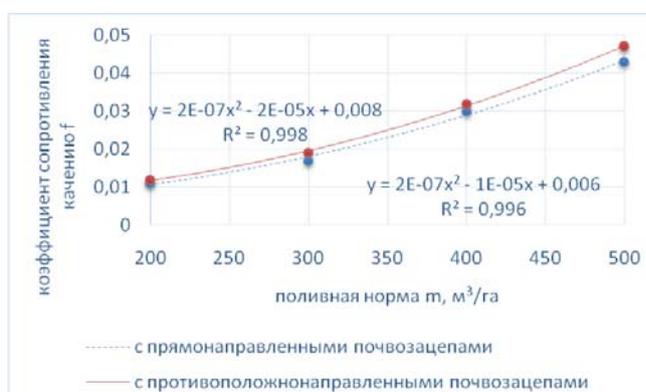


Рис. 3. Сопротивление качению шины

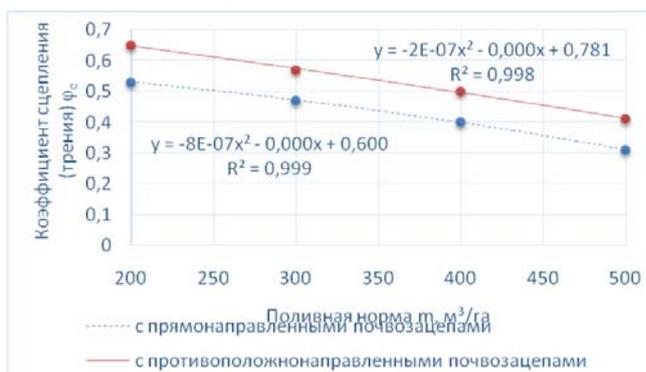


Рис. 4. Эмпирическая зависимость сцепления (трения) шины с почвой

Таблица 2

Энергосцепные свойства шины

Поливная норма m , м ³ /га	Прямонаправленные почвозацепы		Противоположно направленные почвозацепы	
	коэффициент сопротивления качению f	коэффициент сцепления (трения) φ_c	коэффициент сопротивления качению f	коэффициент сцепления (трения) φ_c
200	0,011	0,53	0,012	0,65
300	0,017	0,47	0,019	0,57
400	0,030	0,40	0,032	0,50
500	0,043	0,31	0,047	0,41



нии нормы полива, например, при $m = 400 \text{ м}^3/\text{га}$, вызывает увеличение их сопротивления движению всего с 0,11 до 0,12, или на 9 %.

В целом энергетические затраты на движение пневматической шины при различных схемах ее установки обусловлены повышенной прочностью агрофона (многолетние травы) и незначительным удельным давлением на почву (менее 100 КПа).

Указанное позволяет при проведении исследований процессов скатывания и торможения тележек ДМ «Фрегат» и «Кубань-ЛК1» на пневмоходу в лабораторно-полевых условиях на уклонах энергетическими затратами на передвижение пренебречь.

Коэффициент сцепления (трения) φ_c пневматической шины с прямонаправленными почвозацепами при варьировании нормы полива от 200 до 500 $\text{м}^3/\text{га}$ соответственно изменяется от 0,53 до 0,31, или на 40 % (см. рис. 4). Изменение направления почвозацепов шины позволило увеличить их сцепные свойства во всем диапазоне поливного режима (φ_c изменялся от 0,65 до 0,41, или на 36 %).

Исследовано влияние высоты грунтозацепа и влажности почвы на тяговые качества. Шины испытывали на различных почвах, высота грунтозацепов за счет износа покрышки (испытывали уже использованную на тракторной технике) составляла 0–50 мм. Для испытания использовали шину 15,5-38Р с нагрузкой 10 кН и внутренним давлением 0,08 МПа.

На основе экспериментальных данных получены уравнения регрессии (4), построены графические зависимости коэффициента сцепления φ (рис. 5, а) и сопротивления качения f (рис. 5, б) от высоты грунтозацепа и влажности почвы.

$$\varphi = 0,5084 + 0,003x - 0,0018y - 4,1667E - 5x^2 + 1,9944E - 5xy - 3,125E - 6y^2; \quad (4)$$

$$f = 0,0458 + 0,0012x + 0,0002y - 6,6667E - 6x^2 - 3,6517E - 6xy + 9,375E - 6y^2; \quad (5)$$

где x – высота почвозацепа H , мм; y – влажность почвы, %.

Заключение. Искусственный дождь, создаваемый машиной, практически полностью смывает оставшиеся почвенные частицы на шине после ее контакта с опорной поверхностью. При этом энергетические затраты на качение шины при увеличении поливной нормы и изменении направленности почвозацепов имеют практически одинаковые значения, а сцепные качества соответственно уменьшаются и увеличиваются.

Для условий повышенной влажности почвы, исходя из наименьших энергетических и наибольших сцепных показателей, оптимальным значением высоты почвозацепов будет величина от 25 до 50 мм, а для малых поливных норм не более 35 мм. Указанный параметр поч-

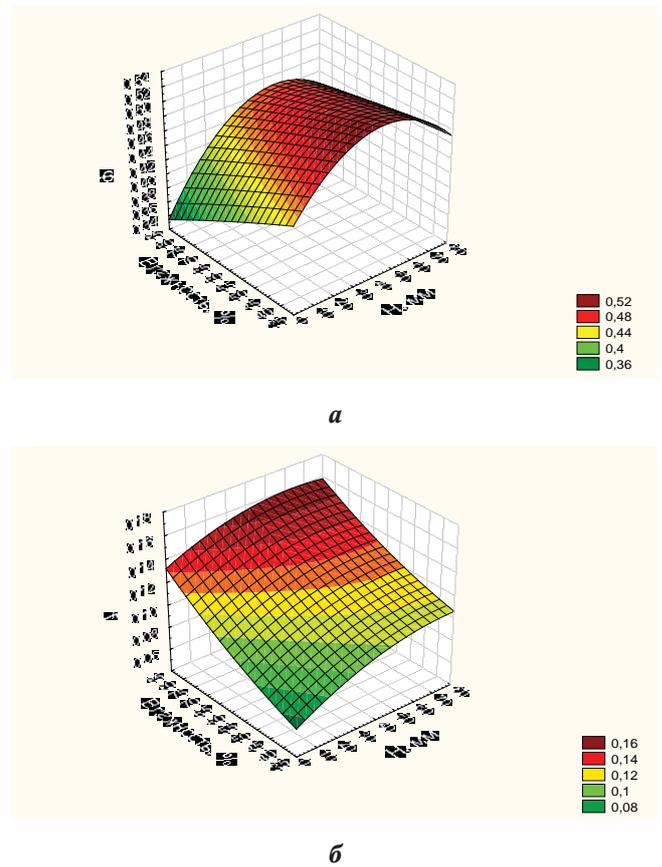


Рис. 5. Графическая зависимость коэффициента сцепления φ (а), коэффициента сопротивления качения f (б) от влажности почвы и высоты грунтозацепа H

возацепов шин ДМ соответствует предельному их износу в конце срока службы на колесных тракторах, что вполне приемлемо для дальнейшей их эксплуатации на многоопорной дождевальнй технике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рязанцев А.И., Антипов А.О. Эксплуатация транспортных систем многоопорных машин. – Коломна: ГОУ ВО МО ГСГУ, 2016. – 225 с.
2. Рязанцев А.И. Направления совершенствования дождевальных машин и систем. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. – 306 с.
3. Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Малько И.В. Улучшение тягово-сцепных свойств ходовых систем дождевальных машин кругового действия «Фрегат» // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. – 2014. – № 2.
4. Торможение дождевальной машины «Фрегат» на склоновых участках / А.О. Антипов [и др.] // Вестник Рязанского аграрного университета. – 2015. – № 1.

Рязанцев Анатолий Иванович, д-р техн. наук, проф. кафедры «Машиноведение», Государственный социально-гуманитарный университет. Россия.

Антипов Алексей Олегович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Общетеchnические дисциплины, теория и методика профессионального образования», Государственный социально-гуманитарный университет. Россия.

Малько Игорь Валерьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры с возложенными обязанностями зав.



кафедрой «Машиноведение», Государственный соци- ально-гуманитарный университет. Россия.

140410, г. Коломна, ул. Зеленая, 30.

Тел.: (495) 615-13-30.

Смирнов Алексей Игоревич, аспирант кафедры «Технологии металлов и ремонта машин», Рязанский

государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. Россия.

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1.

Тел.: (4912) 35-88-31.

Ключевые слова: дождевальная машина; энерго- ценные свойства; искусственный дождь; водоподача.

TRACTIVE CHARACTERISTICS OF MULTI-BASED IRRIGATION MACHINES

Ryazantsev Anatoliy Ivanovich, Doctor of Technical Sci- ences, Professor of the chair "Machine Science", State Social and Humanitarian University. Russia.

Antipov Aleksey Olegovich, Candidate of Technical Sci- ences, Associate Professor of the chair "General Technical Disci- plines, Theory and Methodology of Vocational Education", State Social and Humanitarian University. Russia.

Malko Igor Valeryevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Machine Science", State Social and Humanitarian University. Russia.

Smirnov Aleksey Igorevich, Post-graduate Student of the chair "Technologies of Metal and Machine Repair", Ryzan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. Russia.

Keywords: irrigation machine; energy-connecting qualities; artificial rain; water supply.

It is noted, that optimization of parameters of work- ing system of multi-based irrigation machines "Fregat" and "Kuban-LK1" is based on studying the system "rain- surface-DM", inferencing indexes of energy-connecting car qualities. Questions of influence of the degree and height of soil-connections on the underlined characteristics are dis- cussed. The data of laboratory researches is presented, that let judge about practical absence of soil sticking on tires by means of powerful washing by artificial rain. It is stated that irrigation - machines provide necessary energy - connect- ing qualities in the whole range is irrigation norms. Their increase is observed in cases of elevated water supply (400 m³/ga and more) and in cases of changing the direction and height of soil - connections.

УДК 631.358:635

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ СКОРОСТЕЙ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИН ПРИ УБОРКЕ АРБУЗОВ И КАПУСТЫ

ЦЕПЛЯЕВ Алексей Николаевич, Волгоградский государственный аграрный университет

УЛЬЯНОВ Максим Владимирович, Волгоградский государственный аграрный университет

ЦЕПЛЯЕВ Алексей Витальевич, Волгоградский государственный аграрный университет

КЛИМОВ Сергей Анатольевич, Волгоградский государственный аграрный университет

ЦЕПЛЯЕВ Виталий Алексеевич, Волгоградский государственный аграрный университет

В статье рассматриваются результаты проведения опытов по определению соотношения скоростей движущихся элементов рабочих органов при уборке арбузов или кочанов капусты, имеющих форму, близкую к сферическому телу. Выявлено, что транспортный комбайн для уборки арбузов, снабженный активным вкатывателем, способен защемлять плоды между транспортером и лентой вкатывателя, что приводит к повреждению плодов. Для нахождения минимального допустимого повреждения (до 5 % согласно агротре- бованиям) необходимо, чтобы лента вкатывателя выполнялась из резинового полотна с коэффициентом трения $f_{\tau} = 0,48$, пределы изменения от 1,0 до 1,3, размеры плодов $d_{\min} = 15$ см, $d_{\max} = 30$ см.

Введение. Операции по уборке арбузов и ка- пусты в технологическом процессе возделыва- ния и уборки бахчевых и овощных культур до сих пор низкомеханизированы [4]. Плоды ар- бузов, как и кочаны капусты, имея достаточно большую массу, чувствительны к механическому воздействию рабочих органов машин. Поэтому в конструкциях комбайнов для уборки продукции предусмотрены рабочие органы с одновременно движущимися элементами, которые защемля- ют плоды и подают их на элеваторы [2]. Опре- деление их конструкторских и кинематических параметров, снижающих повреждение плодов,

остается весьма актуальным. В соответствии с агротребованиями повреждение плодов и коча- нов капусты при уборке комбайнами не должно превышать 5 %. Значение этих показателей су- щественно снижаются за счет правильного под- бора материалов рабочих органов, соотношения скоростей их подвижных элементов при уборке с учетом размеров плодов и кочанов [5].

Цель исследования – определить параметры соотношения скоростей рабочих элементов бах- че- и капустоуборочных комбайнов, влияющих на повреждение плодов арбузов и кочанов ка- пусты; производительность комбайнов в зави-

