

## СНИЖЕНИЕ УПЛОТНЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ КОНСТРУКЦИЙ ДВИЖИТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГОСРЕДСТВ

**Шило И.Н., д.т.н., профессор, Романюк Н.Н., к.т.н., доцент,  
Агейчик В.А., к.т.н., доцент,**  
(Белорусский государственный аграрный технический университет)

*Рассматриваются вопросы уплотнения почв пневмоколесными движителями. Предложены конструкции движителей, позволяющие повысить проходимость мобильного энергосредства и снизить уплотнение почвы*

**Введение.** При выполнении различных сельскохозяйственных операций площадь, покрываемая колесами машинно-тракторных агрегатов (МТА), превышает площадь самого поля. Без учета уборочно-транспортных работ при возделывании озимой пшеницы площадь, покрываемая колесами МТА на 1 га достигает в среднем 22-26 тыс.м<sup>2</sup>, при возделывании кукурузы – 18-30 тыс.м<sup>2</sup>, сахарной свеклы – 30-32 тыс.м<sup>2</sup>. Однако, количество проходов по одному и тому же месту поля неодинаково. При возделывании озимой пшеницы свыше 30% площади поля подвергается двукратному воздействию ходовыми системами МТА, 20% – шестикратному и 2% – восьмикратному. Не уплотняется лишь 10% площади поля. Поворотные полосы прикатываются колесами и гусеницами сельскохозяйственной техники до 20 раз в течение одного года [1].

С повышением удельной энергонасыщенности МТА, происходит усложнение машин и их функциональных возможностей, которое приводит к увеличению числа их узлов и массы, необходимой для развития требуемого тягового усилия. Повышение скорости движения, переезд тракторов поперек периодически повторяющихся борозд поля приводит к увеличению в 2 – 2,9 раза вертикальных вибродинамических нагрузок (по сравнению со статическими), которые передаются через движители на почву. При этом нагрузки возрастают с большими ускорениями, достигающими 0,1 – 0,4g [1, 2]. Возросшие нагрузки приводят к дополнительному сдвигу, переупаковке частиц, разрушают структуру почвы, увеличивают ее плотность и количество пылевидных фракций.

Переуплотненные участки почвы создают повышенное сопротивление при последующих обработках, что ведет к увеличению расхода топлива и снижению производительности МТА. Разрушенная структура почвы не восстанавливается полностью, в результате чего интенсивно обрабатываемая почва с течением времени деградирует и, в конечном итоге, всё это ведёт к нарушению экологии агроландшафтов.

Целью данных исследований явилось снижение уплотнения почвы и повышение проходимости транспортного средства за счет совершенствования конструкций пневмоколесных движителей.

**Основная часть.** Качение пневмоколесного движителя по деформируемой почве можно представить в виде эквивалентных колебательных систем: двухмассовой при наличии подвески (рисунок 1, а) и одномассовой – без подвески (рисунок 1, б).

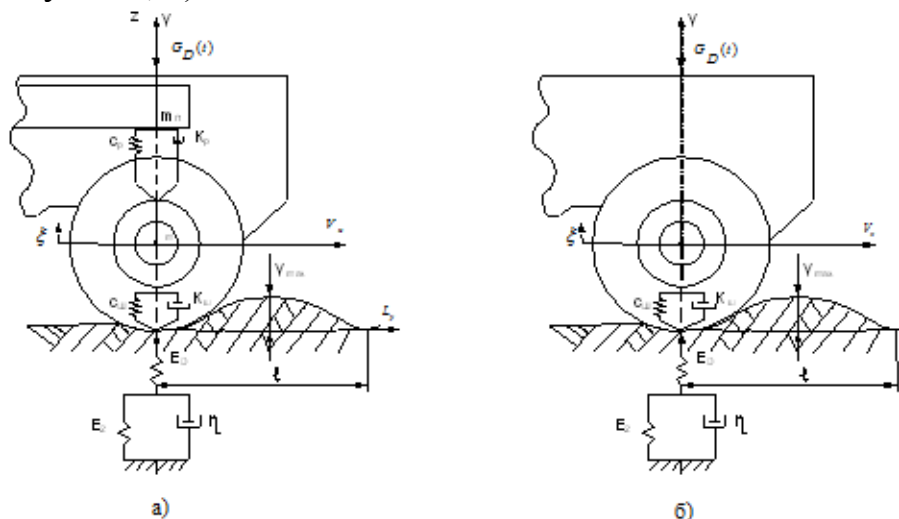


Рис. 1. Взаимодействие пневмоколесного движителя в виде эквивалентной двухмассовой (а) и одномассовой (б) колебательных систем с почвой

Оптимизация конструктивных параметров и режимов работы тракторов, сельскохозяйственных машин и МТА определяется, в первую очередь, выбором механико-математических моделей почв, которые достаточно точно описывали бы свойства почв и их деформирование.

Установлено [3 - 6], что модель Кельвина (рисунок 1) наиболее точно описывает напряженное и деформированное состояние почв от действующих вертикальных вибродинамических нагрузок пневмоколесных движителей.

Сжатие пружины 1, модуль упругости которой  $E_D$  ( $Па$ ), физически выражает деформацию, связанную со сжатием цементирующих пленок солей и водных пленок, расположенных между отдельными частицами почвы. Процесс сжатия пружины 1 обратим. Деформация пружины 2 (модуль упругости  $E_2$ ,  $Па$ ) и демпфера (коэффициент вязкости  $\eta$ ,  $Па \cdot с$ ) выражает смещение частиц почвы, их переупаковку. После снятия нагрузки частицы почвы не возвращаются к исходному положению. Это объясняется тем, что воздух, заключенный в порах, сжимается лишь на несколько процентов и не в состоянии при снятии нагрузки преодолеть силы трения между частицами и вернуть почву к начальному объему.

Связь между прикладываемой нагрузкой (напряжением) и деформацией почвы имеет вид:

$$\mu \varepsilon + \dot{\varepsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{E_D} + \frac{\mu \sigma}{E_C}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$ ,  $\dot{\varepsilon}$  – относительная деформация почвы и скорость ее распространения,  $c^{-1}$ ;  $\sigma$ ,  $\dot{\sigma}$  – нормальное напряжение и скорость его распространения,  $Па$ ,  $Па/c$ ;  $E_D$  – динамический модуль упругости почвы, который связан со статическим  $E_C$  выражением:  $1/E_D + 1/E_2 = 1/E_C$ ,  $Па$ ;  $\mu = E_D E_C / ((E_D - E_C)\eta)$  – параметр вязкости почвы,  $c^{-1}$ .

Вертикальное вибродинамическое воздействие колеса на почву носит сложный характер, который трудно описать математически.

Для упрощения применения математического аппарата нагрузки от пневмоколесных движителей на почву можно представить как:

- ударные (импульсные), возникающие при движении на каменистых полях или при переезде поперек борозд;
- периодические (синусоидальные), возникающие при движении на выровненных полях.

При ударной нагрузке, возникающей при падении колеса с некоторой высоты, изменение относительной деформации почвы имеет вид [3]:

$$\varepsilon(t) = -\frac{D_0}{\mu} - \frac{B_0}{\mu^2}(\mu t - 1) + C_0 e^{-\mu t}, \quad (2)$$

где  $\sigma_m$  – максимальное напряжение в пятне контакта движителя с почвой,  $Па$ ;  $\theta$  – полупериод колебаний,  $c$ ;  $B_0 = \frac{\mu \sigma_m}{E_C \theta}$ ,  $c^{-2}$ ;  $D_0 = \frac{\sigma_m}{E_D \theta} \left(1 - \frac{E_D}{E_C} \mu \theta\right)$ ,  $c^{-1}$ ;  $C_0 = \frac{\sigma_m}{E_D} + \frac{D_0}{\mu} - \frac{B_0}{\mu^2}$  – коэффициенты.

При движении трактора по периодически повторяющимся неровностям, изменение относительной деформации почвы от действующих синусоидальных нагрузок движителей определяется по зависимости [3]:

$$\varepsilon(t) = \frac{K}{\lambda^2 + \mu^2} (\lambda \sin \lambda t + \mu \cos \lambda t) + \frac{L}{\lambda^2 + \mu^2} (\mu \sin \lambda t - \lambda \cos \lambda t) + C e^{-\mu t}, \quad (3)$$

где  $T$  – период вынужденных колебаний,  $c$ ;  $\lambda = 2\pi/T$  – угловая частота вынужденных колебаний,  $c^{-1}$ ;

$$K = \frac{\sigma_m \lambda}{E_D}, c^{-1}; L = \frac{\mu \sigma_m}{E_C}, c^{-1}; C = \frac{\sigma_m}{E_D} + \frac{L\lambda - K\mu}{\lambda^2 + \mu^2} - \text{коэффициенты.}$$

Максимальное напряжение в пятне контакта движителя с почвой  $\sigma_m$  зависит от мгновенного значения вертикальной вибродинамической нагрузки  $G_D(t)$ , приходящейся на ось колеса [2, 3]:

$$G_D(t) = M(g \pm \ddot{\xi}), \quad (4)$$

где  $M$  – масса, нагружающая ось колеса,  $кг$ ;  $g$ ,  $\ddot{\xi}$  – ускорение свободного падения и значение вертикального ускорения колебаний оси колеса трактора, соответственно,  $м/c^2$ .

Примем, что силы сопротивления в подвеске пропорциональны скорости колебаний остова трактора.

Ускорение колебаний оси колеса  $\ddot{\xi}$  зависит от параметров эквивалентной колебательной системы, геометрических характеристик рельефа опорной поверхности и находится из уравнений:

– при наличии подвески (рисунок 1, а):

$$\begin{cases} \ddot{z} + 2h_{\Pi}\dot{z} + \omega_{\Pi}^2 z - 2h_{\Pi}\dot{\xi} - \omega_{\Pi}^2 \xi = 0; \\ \ddot{\xi} + 2h_{\Pi}\dot{\xi} + \omega_{\Pi}^2 \xi - 2h_{\Pi}\dot{z} - \omega_{\Pi}^2 z = Q_y / m = 2h_{ш}\dot{y} + \omega_{ш}^2 y, \end{cases} \quad (5)$$

где  $z, \dot{z}, \ddot{z}$  – амплитуда, скорость и ускорение вертикальных колебаний подрессоренной массы, соответственно,  $m, m/c, m/c^2$ ;  $\xi, \dot{\xi}, \ddot{\xi}$  – амплитуда, скорость и ускорение вертикальных колебаний оси колеса, соответственно,  $m, m/c, m/c^2$ ;  $h_{\Pi} = K_p / (2m_n)$ ,  $h_{\Pi} = (K_p + K_{ш}) / (2m)$ ,  $h_{ш} = K_{ш} / (2m)$  – коэффициент затухания вертикальных колебаний подрессоренной, непрессоренной масс и шины, соответственно,  $c^{-1}$ ;  $K_p, K_{ш}$  – коэффициент демпфирования подвески и шины, соответственно,  $H \cdot c / m$ ;  $m_n, m$  – подрессоренная и непрессоренная массы, соответственно, кг;  $\omega_{\Pi} = \sqrt{C_p / m_n}$ ,  $\omega_{\Pi} = \sqrt{(C_p + C_{ш}) / m}$ ,  $\omega_{ш} = \sqrt{C_{ш} / m}$  – частота вертикальных колебаний подрессоренной, непрессоренной масс и шины, соответственно,  $c^{-1}$ ;  $C_p, C_{ш}$  – коэффициент жесткости подвески и шины, соответственно,  $H / m$ ;  $h_{Ho} = K_p / (2m)$  – коэффициент затухания,  $c^{-1}$ ;  $\omega_{Ho} = \sqrt{C_p / m}$  – частота колебаний,  $c^{-1}$ ;  $Q_y$  – возмущающая сила со стороны неровностей поверхности поля,  $H$ ;

– без подвески (рисунок 1, б):

$$\ddot{\xi} + 2h_{ш}\dot{\xi} + \omega_{ш}^2 \xi = Q_y / M = 2h_{ш}\dot{y} + \omega_{ш}^2 y, \quad (6)$$

где  $h_{ш} = \frac{K_{ш}}{2M}$  – коэффициент затухания вертикальных колебаний шины;

$\omega_{ш} = \sqrt{\frac{C_{ш}}{M}}$  – частота свободных (собственных) колебаний шины.

Для нахождения силы, являющейся следствием кинематического возбуждения со стороны поля, формирующегося за счет движения колеса по неровностям  $Q_y$  необходимо знать закон изменения профиля поля. Чаще всего для его описания используются периодические функции [3]:

$$y = y_{\max} \sin \lambda t, \quad (7)$$

где  $y_{\max}$  – максимальная высота неровности поверхности,  $m$ ;

$\lambda = \frac{2\pi}{T_{\lambda}} = \frac{2\pi V_K}{l}$  – угловая частота вынужденных колебаний,  $c^{-1}$ ;

$T_{\lambda}$  – время переезда одной неровности,  $c$ ;

$V_K$  – скорость движения колеса,  $m/c$ ;

$l$  – половина длины волны неровности поверхности,  $m$ .

Снижение вибродинамического воздействия со стороны почвы на энергетические средства тракторных сельскохозяйственных агрегатов

является важной научно-технической задачей, решение которой позволит существенно повысить производительность труда и долговечность мобильных сельскохозяйственных агрегатов, улучшить условия работы тракториста.

Анализ формул (2) – (7) показывает, что добиться снижения уплотнения почвы можно за счет выравнивания рельефа, увеличения упругих свойств опорной поверхности (что весьма проблематично), а также выбора оптимальных параметров эквивалентной колебательной системы трактора (демпфирующих и жесткостных характеристик подвески и шины).

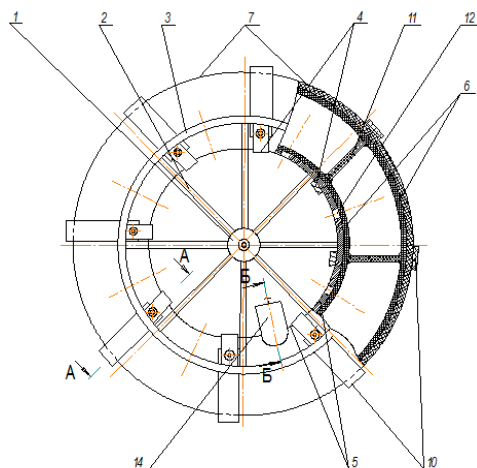
Решение указанной проблемы с помощью различных систем подрессоривания и связанных с ними автоматических систем регулирования приведет к увеличению массы и габаритов сельскохозяйственной техники, повышению стоимости, что снизит их надежность и конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

Для снижения уплотнения почв мобильными энергетическими средствами, уменьшения вертикальных вибродинамических нагрузок на элементы ходовой части в Белорусском государственном аграрном техническом университете разработаны и запатентованы конструкции колес низкого давления и повышенного демпфирования (рисунок 2) [7].

К ступице 1 присоединены спицы 2, охваченные по периферии ободьями 3, соединенными ложементами 4 с присоединенным к ним с внутренней стороны диском 5. Диск 5 охватывает по контуру камеру 6 и шину 7. На внутренней стороне ложементов 4 с помощью болтов 8 с гайками 9 и диска 5 закреплены грунтозацепы 10. Камера 6 разделена на секторы герметичными перегородками 11.

В плоскости симметрии диска 5 имеются радиальные отверстия 12, с закрепленными в них дросселирующими трубками 13, каждая из которых соединена с пневматическим демпфером 14, включающим закрепленный на диске 5 корпус 15, присоединенную к дросселирующей трубке 13 своим ближайшим к диску 5 неподвижным основанием 16 сильфонную камеру 17 и

установленные на ее подвижном основании 18 наружные тарельчатые пружины 19 с расположенной внутри них цилиндрической пружиной сжатия 20, упирающиеся в нажимной диск 21, положение которого относительно корпуса 15 регулируется винтом 22.



a)

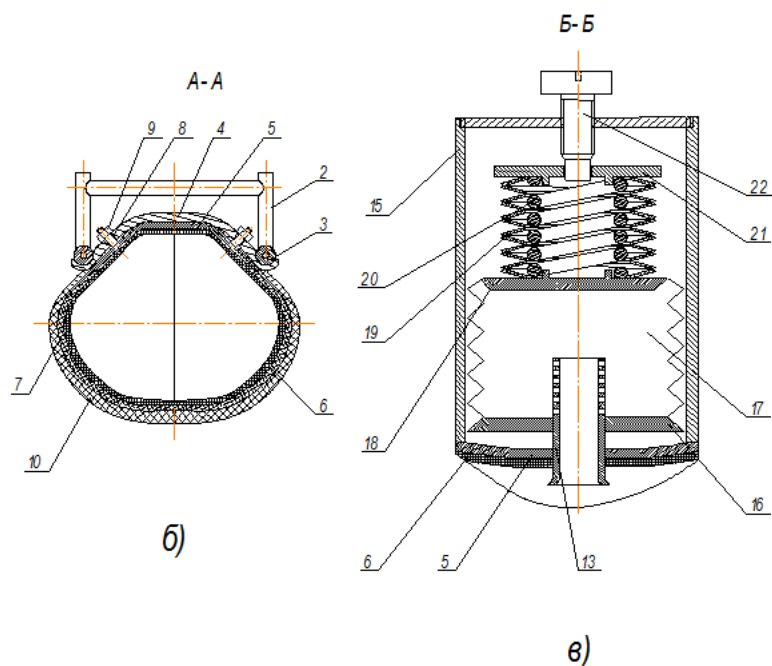


Рис. 2. Колесо низкого давления и повышенного демпфирования: а) общий вид колеса сбоку, выполненный с разрезом; б) разрез А-А; в) разрез Б-Б; 1 – ступица; 2 – спицы; 3 – ободья; 4 – ложементы; 5 – диск; 6 – камера; 7 – шина; 8 – болт; 9 – гайка; 10 – грунтозацепы; 11 – перегородка; 12 – радиальное отверстие; 13 – дросселирующая трубка; 14 – пневматический демпфер; 15 – корпус; 16 – неподвижное основание; 17 – камера сильфонная; 18 – подвижное основание; 19 – тарельчатые пружины; 20 – цилиндрическая пружина сжатия; 21 – нажимной диск; 22 – винт

В зависимости от микрорельефа опорной поверхности, пневматический демпфер 14 настраивают на определенное давление срабатывания за счет изменения усилия тарельчатых пружин 19 и цилиндрической пружины сжатия 20, величина которого регулируется винтом 22. Цилиндрическая пружина сжатия 20 создает дополнительную жесткость и одновременно стабилизирует положение тарельчатых пружин 19 относительно их оси симметрии.

Количество пневматических демпферов 14 равно числу секторов камеры 6.

Колесо низкого давления и повышенного демпфирования работает следующим образом.

При наездах на препятствия и колебаниях мобильного средства, часть воздуха из взаимодействующего с препятствием сектора камеры 6 через отверстие в дросселирующей трубке 13 поступает в сильфонную камеру 17, которая увеличивается в объеме. Усилие через подвижное основание 18 передается тарельчатым пружинам 19 и цилиндрической пружине сжатия 20, сжимая их.

Уменьшение объема воздуха во взаимодействующем с препятствием секторе камеры 6 приводит к увеличению пятна контакта колеса с опорной поверхностью, а, следовательно, к повышению его демпфирующих свойств, т.е.

способности гасить ударные воздействия неровностей микропрофиля опорной поверхности и, таким образом, уменьшать колебания неподрессоренных масс за счет повышенной деформации шины (уменьшаются вертикальные перемещения и ускорения колебаний оси колеса).

После преодоления препятствия, тарельчатые пружины 19 и цилиндрическая пружина сжатия 20 разжимаются, сильфонная камера 17 уменьшается в объеме и воздух через отверстие в дросселирующей трубке 13 поступает обратно в соответствующий сектор камеры 6.

Дросселирование воздуха создает необходимые энергетические потери, а включение в работу тарельчатых пружин 19 и цилиндрической пружины сжатия 20 ведет к снижению частоты собственных колебаний мобильного средства, а, следовательно, и уменьшению вертикальных вибродинамических нагрузок на элементы ходовой части, что ведет к снижению уплотнения почвы.

В БГАТУ разработана также конструкция колесного движителя [8], позволяющая повысить проходимость мобильных энергосредств на рыхлых, слабонесущих почвах (рисунок 3) и бескамерной шины колеса [9], позволяющая повысить ее упругие свойства (рисунок 4).

Колесный движитель содержит пневматическую шину 1, обод 2, грунтозацепы-толкатели 3, диск 4, на поверхности которого концентрично относительно его центра на расстоянии " $a$ " от наружной окружности движителя симметрично расположены пальцы 5. Каждый грунтозацеп-толкатель состоит из серьги 6 для шарнирного крепления к пальцу 5, штанги 7 и опорного башмака, который содержит площадку 8 и жестко установленную перпендикулярно к ней пластину-почвозацеп 9. Опорный башмак шарнирно закреплён на свободном конце штанги 7 с помощью прикреплённой к площадке 8 серьги 10 и пальца 11, что позволяет опорному башмаку поворачиваться в плоскости, параллельной плоскости диска 4. Грунтозацепы-толкатели 3 расположены под углом  $\beta$  к радиальным линиям колеса и имеют длину, большую, чем величина " $a$ ". Каждый грунтозацеп-толкатель 3 подпружинен относительно диска 4 при помощи пружины растяжения 12 и может поворачиваться относительно пальца 5 в плоскости, параллельной плоскости диска 4 на угол, величина которого ограничена возвратным действием пружины 12. На опорном башмаке внутри пластины-почвозацепа 9 в средней части установлен в плоскости, параллельной плоскости диска 4, с возможностью вращения вокруг закреплённой на пластине-почвозацепе горизонтальной оси 13 малый диск 14, диаметр  $d$  которого больше высоты пластины-почвозацепа  $h$ .

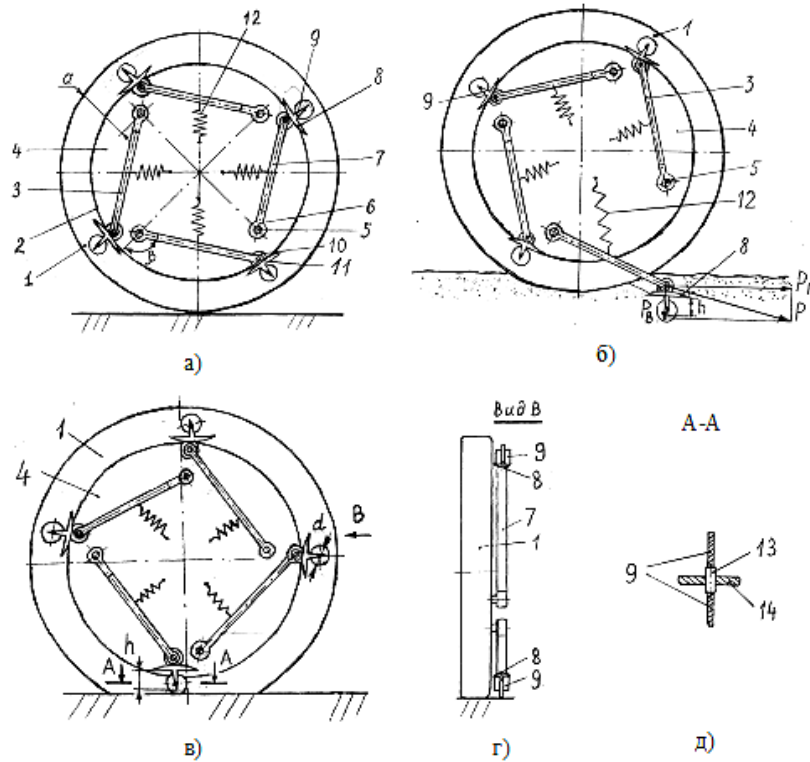


Рис. 3. Колесный движитель: а) – в неактивном состоянии, при движении по дорогам с твёрдым покрытием с малой деформации шины, вид сбоку; б) – в движении по слабонесущим почвам, вид сбоку; в) – при движении по дорогам с твёрдым покрытием с большой деформации шины, вид сбоку; г) – вид В; д) – разрез А-А

При движении по твердой поверхности дорожного покрытия при достаточном давлении в шинах каждый грунтозацеп-толкатель 3 при помощи пружины 12 находится в неактивном состоянии так, что пластина-почвозацеп 9 и закреплённый на горизонтальной оси 13 малый диск 14 не контактируют с поверхностью. При движении в условиях бездорожья колесный движитель погружается в грунт на определенную глубину таким образом, что при повороте колеса опорная площадка 8 башмака также погружается в грунт вместе с пластиной-почвозацепом 9. При этом малый диск 14 в силу своей незначительной толщины не препятствует этому. В случае начала буксования за счет увеличения окружной скорости колесного движителя грунтозацеп-толкатель 3 получает дополнительный момент и опорная площадка 8 погружается на большую глубину. При дальнейшем повороте колесного движителя грунт под опорной площадкой 8 уплотняется и создается необходимая опора для толкающего действия грунтозацепа силой  $P$ , получив которую, транспортное средство за счет действия реакции на горизонтальную составляющую  $P_r$  от силы  $P$  приостанавливает буксование и движется вперед. При дальнейшем повороте колесного движителя за счет того, что грунтозацеп-толкатель может поворачиваться относительно пальца в плоскости, параллельной плоскости диска, действие силы  $P_r$  продолжается до тех пор, пока следующий грунтозацеп-толкатель не получит опору. После этого



наступает момент, когда действие удерживающей силы ослабевает настолько, что силы возвратного действия пружины 12 и реакции со стороны грунта на вертикальную составляющую  $P_B$  от силы  $P$  заставляют грунтозацеп-толкатель 3 вернуться в нерабочее состояние. При движении по дороге с твёрдым покрытием при недостаточном давлении в шинах малые диски 14 контактируя с твердой поверхностью перекатываются по ней препятствуя контакту с твердой поверхностью пластин-почвозацепов 9 и предотвращая повреждение ими твёрдого покрытия.

Шина бескамерного колеса (рисунок 4), содержит тороидальную оболочку 1, образующую тороидальную полость 2, заполненную примыкающими друг к другу упругими, выполненными, например, из резины базовыми шарами 3. Базовые шары 3 имеют диаметр  $D$ , соизмеримый с поперечным размером тороидальной полости 2 шины. Дополнительно тороидальная полость 2 заполнена упругими шарами 4, 5 и 6 с меньшими диаметрами  $d_1$ ,  $d_2$  и  $d_3$ .

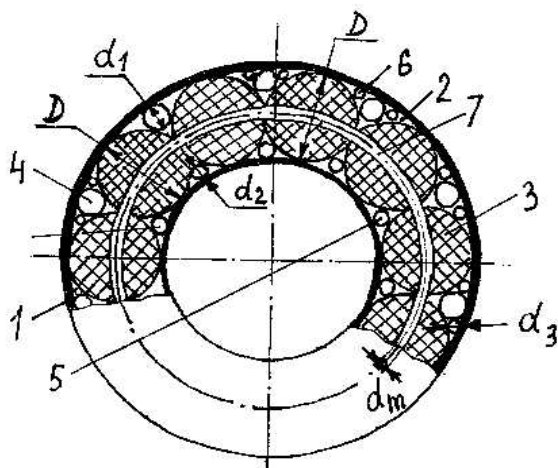


Рис. 4. Шина бескамерного колеса

Базовые шары 3 установлены на выполненном из жёсткого материала, например, стали торе 7, ось которого совпадает с осью шины и который образован вращением вокруг оси окружности, диаметр которой  $d_m$  в 8...10 раз меньше диаметра  $D$  базового шара 3 и центр тяжести которой при образовании тора 7 проходит через центры тяжести базовых шаров 3. Такое выполнение базовых шаров 3 с тором 7 может производиться, например, во время их одновременной совместной вулканизации в литейной форме.

При контакте, установленной на диск колеса шины, с опорной поверхностью, в первую очередь, деформируется наиболее низко расположенный базовый шар 3 шины. При этом усилие деформации распространяется на жёсткий тор 7, который, смещаясь в пространстве, деформирует в той или иной степени остальные базовые шары 3 шины, увеличивая её упругие свойства в целом.

Предлагаемая конструкция позволяет сделать более упругой шину бескамерного колеса, что расширяет эксплуатационные возможности последнего.

**Выводы.** 1 Анализ математической модели «пневмоколесный движитель – почва» учитывающей параметры колебательной системы мобильного средства, реологические свойства почвы и неровности рельефа опорной поверхности показывает, что снизить негативное воздействие МТА на почву можно за счет совершенствования демпфирующих свойств шины.

2 Предложены конструкции колесных движителей, позволяющие повысить плавность хода, снизить частоту собственных колебаний, уменьшить вибродинамические нагрузки на элементы ходовой части, увеличить проходимость мобильных энергосредств за счет увеличения пятна контакта колеса с опорной поверхностью, снизить уплотнение почвы.

### Список использованных источников

1 Кушнарев, А.С. Механико-технологические основы обработки почвы / А.С. Кушнарев, В.И. Кочев. – Киев : Урожай, 1989. – 144 с.

2 Бахтеев, Р. Х. Влияние колебаний колёсного трактора на величину давлений шины на почву : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Р.Х. Бахтеев. - М., 1985. - 167 л.

3 Романюк, Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей : дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03, 05.20.01 / Н.Н. Романюк. – Минск: 2008. – 206л.

4 Czigarew, Y. Dynamiczne oddziaływanie kola na glebie o właściwościach sprężysto-lepkich / Y. Czigarew, M. Romaniuk, R. Nowowiejski // Teoretyczne i aplikacyjne problemy inżynierii rolniczej w aspekcie przystosowania do programów badawczych w UE : VII Międzynarodowa Konferencja naukowa, Polanica Zdrój, 11-14 czerwca 2002 r. - Polanica Zdrój, 2002. - P. 85-88.

5 Chigarev, Ju. V. Obliczanie ugniatania gleby podczas obciążania agregatami maszyno-wymi / Ju. V. Chigarev, I. N. Shilo, N. N. Romanjuk // Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnienia ochrony środowiska i standardów UE : materiały na konferencje, Warszawa, 25-26 września 2007 r. - Warszawa, 2007. - P. 303-310.

6 Чигарев, Ю. В. Агротехническая повреждаемость почв при ударных нагрузках от эксплуатируемых сельскохозяйственных машин и орудий / Ю. В. Чигарев, Н. Н. Романюк // Весці акадэм. аграр. навук РБ. - 1997. - № 3. - С. 68-70.

7 Колесо низкого давления и повышенного демпфирования : патент на изобретение 12456 С2 Респ. Беларусь, МПК В60С11/02 / И.Н.Шило, Ю.В.Чигарев, Н.Н.Романюк, К.В.Сашко, М.Г.Мелешко, А.Д.Кузнецов, И.Н.Усс, В.Г.Ермаленок, Н.Н.Стасюкевич // заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т.– № а 20070717; заявл. 12.06.2007; опубл. 30.10.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.–№ 5.– С.70.

8 Колесный движитель : патент 6530 U Респ. Беларусь, МПК В60В15/00 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u20100111; заявл. 08.02.2010; опубл. 30.08.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці.– 2010.– №4. – С.187.

9 Шина бескамерного колеса : патент 7468 U Респ. Беларусь, МПК В60С7/12 / И.Н. Шило, В.А. Агейчик, Н.Н. Романюк, А.В. Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u20110018 ; заявл. 14.01.2011 ; опубл. 31.08.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 4.– С.182.

## **Аннотация**

### **Снижение уплотняющего воздействия на почву совершенствованием конструкций движителей мобильных энергосредств**

Шило И.Н., Романюк Н.Н., Агейчик В.А.

*Рассматриваются вопросы уплотнения почв пневмоколесными движителями. Предложены конструкции движителей, позволяющие повысить проходимость мобильного энергосредства и снизить уплотнение почвы*

## **Abstract**

### **Reduction of compacting influence on the soil by the perfection of movers constructions of mobile power devices.**

I. Shilo, N. Romanyuk, V. Ageichik

*The problems of soil compaction by pneumatic wheeled movers are discussed. Movers constructions allowing raising the mobile power devices passability and soil compaction reduction are offered*