

Совершенствование системы поддрессирования мобильных энергосредств

Д-р техн. наук В. Г. КУШНИР, канд. техн. наук О. А. БЕНЮХ (Костанайский госуниверситет, valkush@mail.ru), д-р техн. наук И. Н. ШИЛО, канд.-ты техн. наук Н. Н. РОМАНЮК, В. А. АГЕЙЧИК (Белорусский ГАТУ)

Аннотация. Рассматриваются вопросы совершенствования системы поддрессирования мобильных энергосредств (МЭС). Предложены оригинальные конструкции пневмоколесных движителей и подвески транспортного средства, использование которых позволит повысить надежность, долговечность работы, плавность хода и проходимость машинно-тракторного агрегата (МТА), улучшить условия работы оператора, снизить величину вертикальных вибродинамических нагрузок на опорную поверхность и уплотнение почвы.

Ключевые слова: мобильное энергосредство, оригинальная конструкция, пневмоколесный движитель, оператор, надежность, долговечность работы, подвеска транспортного средства.

При выполнении различных с.-х. операций площадь, покрываемая колесами МТА, больше площади самого поля. Без учета уборочно-транспортных работ при возделывании озимой пшеницы она составляет в среднем 22–26 тыс. м² на 1 га, при возделывании кукурузы — 18–30 тыс. м², сахарной свеклы — 30–32 тыс. м². Однако количество проходов по одному и тому же месту неодинаково. При возделывании озимой пшеницы свыше 30 % площади поля подвергается двукратному воздействию ходовых систем МТА, 20 % — шестикратному и 2 % — восьмикратному. Не уплотняется лишь 10 % площади поля. Поворотные полосы прикатываются колесами и гусеницами с.-х. техники до 20 раз в течение одного года [1].

С повышением удельной энергонасыщенности МТА усложняются машины и их функциональные возможности, а следовательно увеличиваются число узлов и масса, необходимая для развития требуемого тягового усилия. Повышение скорости движения, переезд тракторов попеременно периодически повторяющихся борозд поля приводят к увеличению в 2–2,9 раза по сравнению со статическими вертикальными вибродинамическими нагрузок, которые передаются через движители на почву. Нагрузки возрастают с большими ускорениями, достигающими 0,1–0,4g [1, 2]. Это вызывает дополнительный сдвиг, переупаковку частиц, разрушает структуру почвы, увеличивает 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 восстанавлива-

ется полностью, в результате чего интенсивно обрабатываемая почва с течением времени деградирует, и в итоге нарушается экология агроландшафтов. Частично решить эту проблему можно за счет совершенствования системы поддрессирования МЭС.

Цель данного исследования — разработка оригинальных конструкций пневмоколесных движителей и подвески МЭС.

В Белорусском ГАТУ разработана и запатентована конструкция колеса низкого давления и повышенного демпфирования (пат. 12456 С2 Республики Беларусь), представленная на рис. 1.

К ступице 1 крепятся спицы 2, охваченные по периферии ободьями 3, соединенными с внутренней стороны ложементами 4 с диском 5. Диск охватывает по контуру камеру 6 и шину 7. На внутренней стороне ложементов с помощью болтов 8 с гайками 9 и диска закреплены грунтозацепы 10. Камера разделена на секторы герметичными перегородками 11. В плоскости симметрии диска имеются радиальные отверстия 12 с закрепленными в них дросселирующими трубками 13. Каждая из трубок соединена с пневматическим демпфером 14, включающим закрепленный на диске корпус 15 и сильфонную камеру 16, присоединенную к трубке ближайшим к диску неподвижным основанием 17. На подвижном основании 18 сильфонной камеры установлены наружные тарельчатые пружины 19, а внутри них расположена цилиндрическая пружина сжатия 20. Тарельчатые пружины упираются в нажимной диск 21, положение которого относительно корпуса регулируется винтом 22.

В зависимости от микрорельефа опорной поверхности пневматический демпфер настраивают на определенное давление срабатывания за счет изменения усилия тарельчатых пружин и цилиндрической пружины сжатия, величина которого регулируется винтом. Пружина сжатия создает дополнительную жесткость и одновременно стабилизирует положение тарельчатых пружин относительно их оси симметрии. Количество пневматических демпферов равно числу секторов камеры.

Колесо низкого давления и повышенного демпфирования работает следующим образом. При наездах на препятствия и колебаниях МЭС часть воздуха из взаимодействующего с препятствием сектора камеры через отверстие в дросселирующей трубке поступает в сильфонную камеру, которая увеличивается в объеме.

Усилие через подвижное основание передается тарельчатым и цилиндрической пружинам, сжимая их. Уменьшение объема воздуха во взаимодействующем с препятствием секторе камеры приводит к увеличению пятна контакта колеса с опорной поверхностью. Следовательно, повышаются его демпфирующие свойства, т. е. способность гасить ударные воздействия неровностей микропрофиля опорной поверхности и таким образом уменьшать колебания неподдрессированных масс за счет повышенной деформации шины (уменьшаются вертикальные перемещения и ускорения колебаний оси колеса).

После преодоления препятствия тарельчатые и цилиндрическая пружины разжимаются, сильфонная камера уменьшается в объеме, и воздух через отверстие в дросселирующей

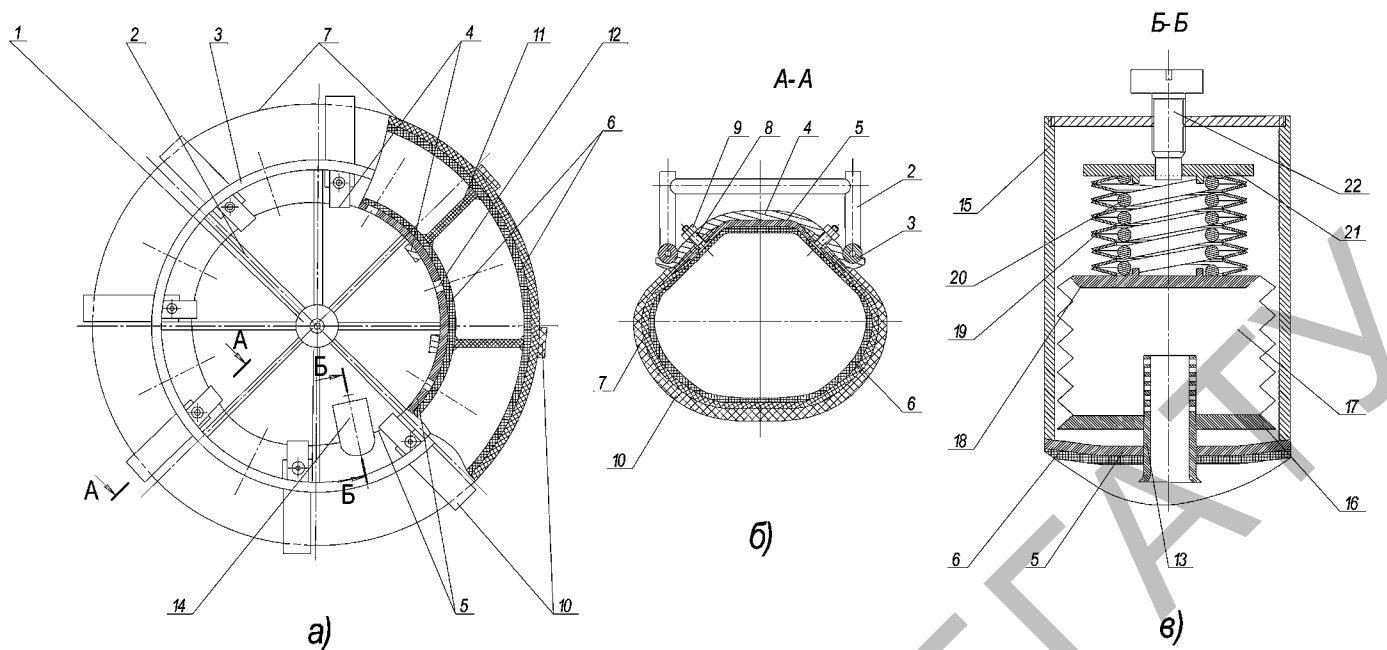


Рис. 1. Колесо низкого давления и повышенного демпфирования:

a — общий вид колеса сбоку, выполненный с разрезом; *б* — разрез А-А; *в* — разрез Б-Б

трубке поступает обратно в соответствующий сектор камеры.

Дросселирование воздуха создает необходимые энергетические потери, а включение в работу тарельчатых и цилиндрической пружин ведет к снижению частоты собственных колебаний МЭС. Уменьшаются вертикальные вибродинамические нагрузки на элементы ходовой части, что позволяет существенно повысить производительность труда и долговечность работы МЭС, улучшить условия работы оператора, снизить уплотнение почвы.

В БГАТУ разработана также оригинальная конструкция подвески транспортного средства (пат. 9645 У Республики Беларусь).

Подвеска (рис. 2) включает цилиндрическую гофрированную резиновую мягкую оболочку 1, внутри которой симметрично ее оси симметрии расположен упругий элемент в виде цилиндрической винтовой пружины сжатия 2, соприкасающейся торцами с нижней поверхностью верхней опоры 3 и верхней поверхностью нижней опоры 4.

Торцы гофрированной резиновой оболочки замкнуты верхней и нижней опорами, которые представляют собой детали круглого сечения. На их наружные цилиндрические стенки нанесены кольцевые проточки треугольного профиля для

герметичного сопряжения с внутренней поверхностью торцов резинокордной оболочки. Замыкание торцов оболочки и стенок опор осуществляется замковыми кольцами, выполненными в виде хомутов (обручей) 18. Разъемы замковых колец имеют торцы, загнутые под углом 90°, в которых выполнены отверстия для замыкания соединением "болт — гайка". Наружные поверхности днищ верхней и нижней опор имеют возможность жесткого крепления: опоры 3 — к раме, опоры 4 — к мосту транспортного средства. В корпусе

верхней опоры выполнены круглая центральная полость в виде стакана для размещения демпферного диска 5 и сквозные воздушные каналы 6, располагаемые по окружности стакана с заданным шагом. В верхней части стакана находится кольцевая канавка для стопорного кольца 15, фиксирующего положение демпферного диска в стакане опоры 3.

В демпферном диске по количеству каналов стакана и с таким же шагом выполнены сквозные отверстия 7, расположенные по его окружности так, чтобы отверстия 6 и 7

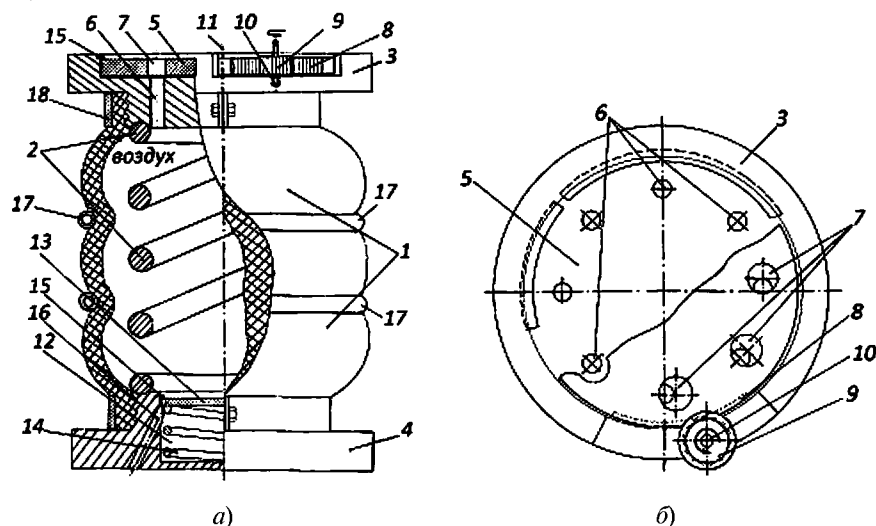


Рис. 2. Подвеска транспортного средства, вид сбоку (а) и сверху (б)

имели возможность располагаться соосно относительно друг друга. Диск снабжен зубчатым сектором 8, в зацеплении с зубьями которого через окно в опоре 3 находятся зубья колеса 9. Ось 10 зубчатого колеса вводится в несквозное отверстие в опоре 3 с возможностью вращения относительно своей оси. Ось 11 демпферного диска посажена с помощью игольчатого подшипника в несквозное центральное отверстие в опоре 3. В корпусе нижней опоры 4 выполнена круговая полость, образующая стакан 12, в который с возможностью вертикального перемещения помещаются плоский выпускной клапан 13 круглой формы и расположенная под ним клапанная пружина 14. Положение "закрыто" выпускного клапана фиксируется с помощью стопорного кольца 15 в кольцевой проточке в верхней части стакана 12. Полость, образованная стаканом, соединяется с окружающей воздушной средой посредством нескольких наклонных воздушных каналов 16 в корпусе опоры 4. К наружной цилиндрической поверхности гофрированной резиновой оболочки параллельно торцам и симметрично ее перпендикулярной оси симметрии присоединены с возможностью деформации не менее двух браслетных пружин 17 [3].

Работает подвеска следующим образом. В ненагруженном состоянии при давлении воздуха в полости гофрированной резиновой оболочки, равном атмосферному давлению или меньшем, под действием упругих сил клапанной пружины выпускной клапан внешней кромкой упирается в стопорное кольцо, перекрывая сообщение полости 12 опоры 4 с атмосферой через воздушные каналы 16. В зависимости от угла поворота демпферного диска относительно опоры 3 полость гофрированной резиновой оболочки через воздушные каналы этой опоры и отверстия в демпферном диске может либо сообщаться с окружающей воздушной средой, либо не сообщаться с ней (при таком угле поворота диска, когда сечения отверстий 7 и каналов 6 не совпадают). При наезде колеса транспортного средства на препятствие происходит ход сжатия. Преодолевая усилия пружины сжатия, опоры перемещаются навстречу друг другу. Объем внутренней полости резиновой оболочки уменьша-

ется, давление в ней увеличивается. При незначительном ходе сжатия, когда вызванного им избыточного давления воздуха в оболочке недостаточно для сжатия пружины выпускного клапана (он остается неподвижным), воздух может выходить в атмосферу через воздушные каналы верхней опоры и отверстия 7 демпферного диска.

При ходе сжатия, когда давления воздуха в полости гофрированной резиновой оболочки, передаваемого на внутреннюю поверхность выпускного клапана, достаточно для сжатия клапанной пружины, клапан, преодолевая усилия пружины и перемещаясь вниз, открывает сообщение полости оболочки с атмосферой через воздушные каналы 16. Воздух поступает из полости оболочки в атмосферу через каналы 6 и отверстия 7 демпферного диска, воздушные каналы 16 опоры 4. Если же каналы 6 перекрыты диском — только через воздушные каналы 16.

При ходе отбоя осевая нагрузка на подвеску транспортного средства уменьшается, пружина 2 разжимается, отталкивает опоры друг от друга, увеличивая объем полости оболочки и создавая в ней разрежение. Под действием пружины 14 клапан перекрывает поступление воздуха через воздушные каналы 16, заставляя его поступать в полость оболочки только через отверстия 7 демпфирующего диска и каналы опоры 3, работая как сифон и гася вынужденные колебания подрессоренной массы транспортного средства. Браслетные пружины увеличивают упругие свойства цилиндрической гофрированной резиновой оболочки и одновременно осуществляют ее центрирование относительно собственной оси симметрии.

Регулирование демпфирующих свойств подвески транспортного средства осуществляется путем вращения зубчатого колеса относительно своей оси. Находящийся в зацеплении с колесом зубчатый сектор демпферного диска инициирует его поворот относительно оси 11. При этом оси отверстий 7 смещаются относительно осей воздушных каналов 6, уменьшая суммарную площадь сечения, через которое воздух поступает в оболочку, вплоть до полного перекрытия сообщения с окружающей воздушной средой.

Вращение зубчатого колеса подвески осуществляется одним из способов — механическим или с помощью электронных приборов. Например, водитель с помощью механического привода из салона или кабины транспортного средства вращает зубчатое колесо, изменяя демпфирующие свойства подвески. Автоматическое изменение демпфирующих свойств обеспечивается электронным способом. На подвеске размещается датчик виброускорения (виброскорости или перемещения), сигнал от которого поступает в электронный блок — контроллер (бортовой компьютер). Далее сигнал обрабатывается и передается на исполнительный механизм, например электродвигатель, который связан с зубчатым колесом с возможностью его вращения в любую сторону.

Материал оболочки предлагаемой подвески транспортного средства не нагревается, поскольку воздух проходит подвеску насквозь, поступая через одни воздушные каналы и выходя через другие, тем самым вентилируя внутреннюю полость оболочки.

Подвеска проста по конструкции, не требует амортизаторов, имеет возможность регулирования демпфирующих свойств, поэтому может найти широкое применение в автотракторостроении.

На основании проведенного патентного поиска предложены оригинальные конструкции пневмоколесных движителей и подвески транспортного средства, использование которых позволит повысить надежность, долговечность работы, плавность хода и проходимость МТА, улучшить условия работы оператора, снизить величину вертикальных вибродинамических нагрузок на опорную поверхность и уплотнение почвы.

Список литературы

1. Кушнарв А. С., Кочев В. И. Механико-технологические основы обработки почвы. — Киев: Урожай, 1989.
2. Бахтеев Р. Х. Влияние колебаний колесного трактора на величину давления шины на почву: Дис. ... канд. техн. наук. — М.: ВИМ, 1985.
3. Детали машин. Расчет и конструирование: Справочник. Т. 2. / В. Л. Бидерман и др.; под ред. Н. С. Ачеркан а. — 3-е изд., перераб. — М.: Машиностроение, 1968.