



$$\times \frac{V_m^2}{\sin \psi} \times \frac{\sin \alpha \sin(\alpha + \varphi_1)}{\cos \varphi_1 \cos^2 \frac{1}{2}(\alpha + \varphi_1 + \varphi_2)} \left[ 1 + \frac{W}{100} \right]. \quad (14)$$

Из анализа выражения (14) следует, что тяговое сопротивление основного лемеха зависит от его параметров ( $L_n$ ,  $t_d$ ,  $B_n$ ) и глубины подкапывания ( $h$ ), скорости движения, а также физико-механических свойств почвы ( $[\sigma]$ ,  $[\tau_x]$ ,  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$ ,  $W$ ,  $f$ ). Подставляя в (14) вышенайденные значения  $\alpha$ ,  $B_n$  и принимая  $L_n=0,45$  м,  $t_d=0,0005$  м,  $[\sigma]=1,44 \cdot 10^6$  Па,  $\varphi_1=30^\circ$ ,  $\varphi_2=40^\circ$ ,  $\varphi_3=50^\circ$ ,  $\rho_n=1100$  кг/м<sup>3</sup>,  $W=16\%$  и  $f=0,5774$ , получаем, что тяговое сопротивление основного лемеха картофелекопателя составляет 2,96 кН.

#### Библиографический список

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. – М.: Машиностроение, 1984. – 320с.
2. Норчаев Д.Р. Обоснование параметров опорно - комкоразрушающего устройства картофелеуборочных машин с эластичными прутками: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Т.: Наука, 2011. – 22 с.
3. Диденко Н.Ф. и др. Машины для уборки овощей. – М.: Машиностроение, 1984. – 320с.
4. Механизация защиты почв от эрозии / Под ред. А.Т.Вагина. – Ленинград: Колос, 1977. – 272с.
5. Мамадалиев М.Х. Тупроққа минимал ишлов берувчи комбинациялашган агрегат юмшатгичининг параметрларини асослаш: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Т.: Наука, 2009. – 24с.

УДК 621-567

**РОМАНЮК Николай Николаевич**, канд. техн. наук, доцент;  
**АГЕЙЧИК Валерий Александрович**, канд. техн. наук, доцент;  
**САШКО Константин Владимирович**, канд. техн. наук, доцент  
 Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

#### ОРИГИНАЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

В статье рассматриваются вопросы совершенствования системы поддрессоривания транспортных средств. Предложена оригинальная конструкция гидравлического гасителя колебаний, использование которого позволит улучшить демпфирование колебаний гидравлическим гасителем при высоких динамических нагрузках, а, следовательно, повысить надёжность, долговечность работы, плавность хода транспортного средства, улучшить условия работы оператора, снизить величину вертикальных вибродинамических нагрузок на опорную поверхность и уплотнение почвы.

**Ключевые слова:** оригинальная конструкция, гидравлический гаситель колебаний, транспортное средство, оператор, надёжность, долговечность работы.

#### **Nikolay Nikolaevich Romanyuk, Valeriy Aleksandrovich Ageychik, Konstantin Vladimirovich Sashko** ORIGINAL HYDROLYIC SHOCK ABSORBER FOR VEHICLE

This article presents questions of improving the system of vehicles' cushioning. Proposed the original design of the hydraulic shock absorber, the use of which will allow to improve the oscillations damping by a hydraulic damper at high dynamic loads, and, therefore increase the reliability, life cycle, travelling comfort of the vehicle, improve work conditions of the operator, reduce the amount of vertical vibro-dymanic loads on bearing area and firming of soil.

**Key words:** original design, hydraulic shock absorber, vehicle, operator, reliability, life cycle.

С повышением удельной энергонасыщенности машинно-тракторных агрегатов (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 увеличе-



нию в 2- 2,9 раза нагрузок, 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.

Кроме этого, вибрационные нагрузки отрицательно воздействуют на узлы и детали трактора, на окружающую среду и оператора. Их долговременное действие приводит к повышенной утомляемости оператора и увеличению количества ошибок в управлении, что сказывается на производительности тракторного агрегата. Развиваются также профессиональные заболевания, в частности, вибрационная болезнь, которая вышла на второе место среди профессиональных заболеваний операторов. Кроме того, часто появляются расстройства нервной системы, нарушения обменных процессов, опущение и язвенная болезнь желудка, деформация позвоночника [3].

Частично решить данную проблему можно за счет совершенствования системы поддрессоривания мобильных энергосредств.

Целью данных исследований явилось улучшение демпфирования колебаний гидравлическим гасителем при высоких динамических нагрузках.

#### Основная часть

Проведенный литературный и патентный поиск показал, что известен гаситель колебаний фирмы "Монро" [4], включающий рабочий цилиндр, поршень, шток, резервуар, кожух, сальник, рабочий клапан, предохранительный клапан, клапан сжатия. Недостатком данного устройства является сложность конструктивного исполнения, большая масса и значительные размеры, вызванные расположением резервуара вне силовой части гасителя.

Известен гаситель колебаний типа Raba-140, включающий рабочий цилиндр, поршень, шток, резервуар, дроссельную пластину [5]. Недостатком этого устройства является сложность конструктивного исполнения, значительные размеры и большая масса.

Известен гаситель колебаний Калининского

вагоностроительного завода, включающий рабочий цилиндр, поршень со штоком, резервуар, надпоршневую и поршневую полости, узлы дросселирования, обратные и предохранительные клапаны [6]. Его недостатком является сложность конструктивного исполнения, значительные размеры и большая масса, вызванная применением штока в виде сплошного металлического стержня.

Известен гидравлический гаситель колебаний для подвижного состава, содержащий рабочий цилиндр с размещенным в нем поршнем со штоком, поршневую и надпоршневую полости, резервуар, узлы дросселирования, обратные и предохранительные клапаны. При этом шток поршня выполнен полым, полость внутри штока служит резервуаром для рабочей жидкости, причем поршень делит рабочий цилиндр на поршневую и надпоршневую полости, а также содержит систему клапанов, включающую предохранительный клапан, соединяющий надпоршневую полость с полостью внутри штока, обратный клапан, соединяющий полость внутри штока с поршневой полостью, и обратный клапан, соединяющий поршневую полость с надпоршневой, при этом единое дроссельное отверстие, рассчитанное на определенное гидравлическое сопротивление протеканию рабочей жидкости, расположено в предохранительном клапане [7].

Недостатком данного устройства является плохое демпфирование колебаний при высоких динамических нагрузках. При резком, например, ударном воздействии на гидравлический гаситель колебаний его предохранительный клапан оказывается неработоспособным. Действительно, при плавном режиме работы предохранительный клапан прижимается к посадочному месту значительным усилием винтовой цилиндрической пружины сжатия, в результате чего её витки находятся в полусомкнутом состоянии, а рабочая жидкость поступает в полость внутри штока через дроссельное отверстие предохранительного клапана. При значительном динамическом воздействии предохранительный клапан отжимается от посадочного места давлением рабочей жидкости, но при этом смыкаются витки винтовой цилиндрической пружины сжатия, в результате чего поступление рабочей жидкости в полость внутри штока оказывается возможным опять только через дроссельное отверстие предохранительного клапана.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработан оригинальный гидравлический гаситель колебаний для транспортного средства [8].

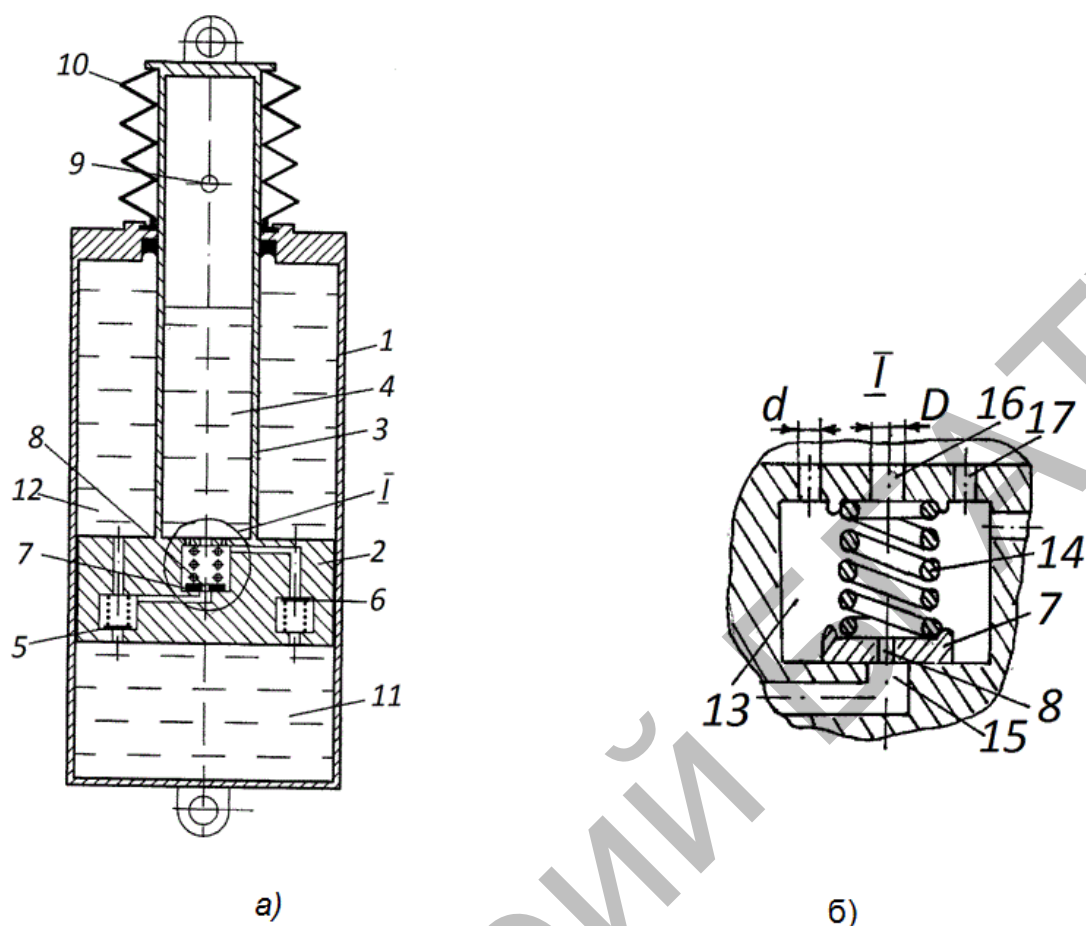


Рис. – Гидравлический гаситель колебаний для транспортного средства

На рисунке, п. а представлена схема гидравлического гасителя колебаний для транспортного средства; на рисунке, п.б – узел I.

Гидравлический гаситель колебаний для транспортного средства включает: рабочий цилиндр 1; поршень 2; полый шток 3; резервуар 4 внутри полого штока 3; расположенные в периферийных полостях поршня 2 обратные клапаны 5 и 6; расположенный в центральной полости 13 поршня 2 предохранительный клапан 7 в виде шайбы с выполненным симметрично его оси симметрии центральным дроссельным отверстием 8; отверстие 9 в полой штоке 3 и сальниковый уплотнитель 10. Гидравлические контакты обратных клапанов 5 и 6 подключены к поршневой полости 11, вход обратного клапана 6 подключен к резервуару 4 внутри полого штока 3, а вход обратного клапана 5 подключен к поршневой полости 11. Вход предохранительного клапана 7 соединен с надпоршневой полостью 12, а выход – с резервуаром 4 внутри полого штока 3; полость внутри сальникового уплотнителя 10 соединена с резервуаром 4 внутри полого штока 3 отверстием 9. Предохранительный

клапан 7 в центральной полости 13 поршня 2 сопрягается своей верхней поверхностью с нижним торцом расположенной сверху винтовой цилиндрической пружины сжатия 14, а своей нижней посадочной поверхностью перекрывает канал подачи рабочей жидкости 15. В свою очередь, верхний торец винтовой цилиндрической пружины сжатия 14 соприкасается с верхней частью поршня 2 с возможностью прижатия предохранительного клапана 7 к его посадочному месту. В верхней части поршня 2, симметрично оси симметрии полого штока 3 выполнено центральное перепускное отверстие 16, причём полость 13 предохранительного клапана 7, винтовая цилиндрическая пружина сжатия 14, предохранительный клапан 7, его дроссельное отверстие 8 и верхняя часть канала 15 подачи рабочей жидкости к предохранительному клапану 7 также расположены симметрично оси симметрии полого штока 3. В верхней части поршня 2 симметрично оси симметрии полого штока 3 выполнены два периферийных отверстия 17, которые соединяют полость 4 внутри полого штока 3 и полость 13 предохранительного клапа-



на 7, при этом эти отверстия находятся за пределами внутреннего и наружного контуров винтовой цилиндрической пружины сжатия 14, выполнены диаметром  $d$ , равным  $D$ , где  $D$ -диаметр центрального перепускного отверстия.

Гидравлический гаситель колебаний для транспортного средства работает следующим образом.

При движении поршня 2 вниз (ход сжатия) в наполненном вязкой жидкостью рабочем цилиндре 1 обратный клапан 5 открыт и жидкость из поршневой полости 11 перетекает в надпоршневую 12. Вследствие большего объема вытесняемой жидкости давление в надпоршневой полости 12 возрастает, поэтому избыток жидкости под давлением через центральное дроссельное отверстие 8 перетекает в резервуар 4 штока 3. При превышении установленного давления в надпоршневой полости 12 срабатывает предохранительный клапан 7, винтовая цилиндрическая пружина сжатия 14 сжимается вплоть до смыкания её витков, открывая прямое сообщение надпоршневой полости 12 с резервуаром 4 полого штока 3 через два периферийных перепускных отверстия 17 в верхней части поршня 2. При движении поршня 2 вверх (ход растяжения) давление в надпоршневой полости 12 возрастает, поэтому избыток жидкости под давлением через центральное дроссельное отверстие 8 поступает в резервуар 4 полого штока 3, из которого вследствие разрежения в поршневой полости 11 жидкость поступает в поршневую полость 11 через обратный клапан 6. При превышении установленного давления в надпоршневой полости 12 также срабатывает предохранительный клапан 7, винтовая цилиндрическая пружина сжатия 14 сжимается вплоть до смыкания её витков, открывая прямое сообщение надпоршневой полости 12 с резервуаром 4 полого штока 3 через два периферийных перепускных отверстия 17 в верхней части поршня 2. Сильфонное уплотнение 10 изолирует поверхность полого штока 3 от воздействия внешней среды и предотвращает потерю рабочей жидкости при недостаточной герметичности соединения рабочего цилиндра 1 с полым штоком 3.

Таким образом, за счет применения полого штока 3, полость внутри которого служит резервуаром для рабочей жидкости, дроссельного узла с единым предохранительным клапаном 7 и единым центральным дроссельным отверстием 8, а также двух периферийных перепускных отверстий в верхней части поршня 2 упрощается конструкция гидравлического гасителя колебаний, а также

уменьшаются его размеры, и снижается масса.

### Заключение

На основании проведенного патентного поиска предложена оригинальная конструкция гидравлического гасителя колебаний, использование которого позволит улучшить демпфирование колебаний гидравлическим гасителем при высоких динамических нагрузках, а, следовательно, повысить надёжность, долговечность работы транспортного средства, улучшить условия работы оператора, снизить величину вертикальных вибродинамических нагрузок на опорную поверхность, и, как следствие, при выполнении сельскохозяйственных операций снизить уплотнение почвы.

### Библиографический список

1. Кушнарёв, А.С. Механико-технологические основы обработки почвы / А.С. Кушнарёв, В.И. Коцев. – 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. Шеховцов, К.В. Снижение уровня вибронагруженности рабочего места оператора трактора за счет применения динамических гасителей колебаний в системе поддрессорования кабины: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.03. – Волгоград: 2013. – 16 с.
4. Гасители колебаний вагонов / И.И.Челноков [и др.]. - М.: Всесоюзное издательско-полиграфическое объединение министерства путей сообщения, 1963. - С.12-13.
5. Гасители колебаний вагонов / И.И.Челноков [и др.]. - М.: Всесоюзное издательско-полиграфическое объединение министерства путей сообщения, 1963. - С.15-16.
6. Гасители колебаний вагонов / И.И.Челноков [и др.]. - М.: Всесоюзное издательско-полиграфическое объединение министерства путей сообщения, 1963. - С.12-14.
7. Патент РФ №2478054, МПК В61F5/10, F16F9/18, F16F9/34, 2013.
8. Гидравлический гаситель колебаний для транспортного средства : патент 9708 U Респ. Беларусь, МПК В 61F 5/10 ; F 16F 9/18 ; F 16F 9/34 / И.Н.Шило (BY), Н.Н.Романюк (BY), В.А. Агейчик (BY), С.О. Нукешев (KZ), Д.З. Есхожин (KZ), С.К. Тойгамбаев (KZ) ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20130389 ; заявл. 06.05.2013; опублик. 30.12.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 6. – С.196.