

## К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ОРГАНИЗМ ОПЕРАТОРА МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Л. В. МИСУН, д-р техн. наук, профессор  
Ал-й Л. МИСУН, магистр техн. наук

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
Минск, Республика Беларусь

**Введение.** Немаловажное значение для улучшения условий труда оператора мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) при ее эксплуатации имеет снижения вибрационных нагрузок, отрицательно воздействующих не только на узлы и детали МСХТ, но и на самого оператора. Колебания, возникающие во время эксплуатации МСХТ, являются не только причиной нарушения работы механизмов и выхода из строя всего технического средства, но и ухудшения здоровья оператора, появление боли в спине, что в дальнейшем может сказаться скапливается и на профессиональной нетрудоспособности [2, 4, 5, 8, 9].

**Основная часть.** Несмотря на то, что зачастую сиденье МСХТ не требуют обслуживания, оно все же подвержено износу. К наиболее частым неисправностям относятся выход из строя подшипника, поломки пружины и амортизаторов. Механические повреждения можно распознать по снижению комфорта и скрежету пружины. Большинство систем защиты сиденья отечественных МСХТ от вибрации не в полной мере обеспечивают эффективную защиту оператора от возникающих колебаний в процессе эксплуатации техники, в особенности от низкочастотных колебаний. Безопасная конфигурация сиденья должна учитывать особенности анатомического строения спины оператора – естественный S-образный изгиб позвоночника, сохраняющийся в положении стоя и изменяющийся в положении сидя, особенно при прямой посадке [10]. Оптимальное положение поясничного изгиба обеспечивается при некотором увеличении наклона спины назад и наличии опоры в области поясницы. Центральная точка опоры туловища в положении сидя должна приходиться на область между вторым и четвертым позвонками. Давление на сиденье МСХТ зависит от площади и жесткости опорной поверхности и от углов наклона подушки и спинки. Нами был проведен анализ литературных и патентных источников в области повышения эффективности гашения вертикальных колеба-

ний подвески сиденья МСХТ при интенсивных возмущающих воздействиях на него, снижения вибронгруженности на рабочем месте. Обозначены основные направления совершенствования технических устройств для защиты операторов МСХТ, обслуживающих технические средства, от воздействия вибрации. Установлено, что резонансные частоты подвески с оператором МСХТ весом 75 кг составляют: вертикальная – 1,75 Гц; горизонтальная – 1,5 Гц. Недостатком анализируемой конструкции подвески сиденья является довольно высокая собственная частота вертикальных колебаний (1,75 Гц). Для уменьшения передачи вибраций с основания МСХТ на сиденье, предлагается конструкция подвески, представленная на рис. 1.

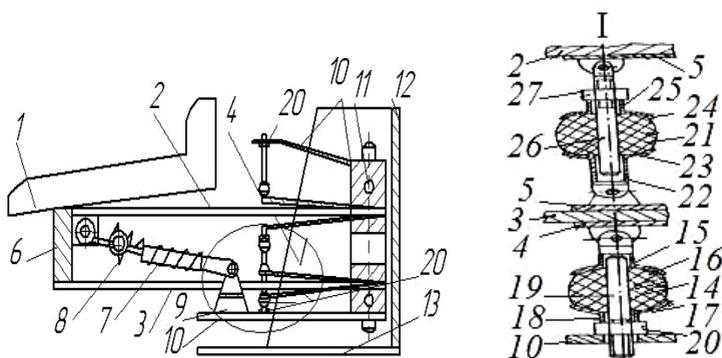


Рис. 1. Подвеска сиденья МСХТ [6]:

- 1 – подушка; 2, 3 – рессоры; 4, 5 – ограничители; 6 – планка; 7 – гаситель колебаний;  
 8, 14, 21 – упругий элемент; 9 – серьга; 10 – каретка; 11 – штырь; 12 – каркас;  
 13 – кронштейн; 15, 18, 22, 25 – труба; 16, 23 – опорная чашка;  
 17, 24 – нажимная чашка; 19, 26 – стержень; 20, 27 – гайка

Для повышения эффективности вибрационной системы сиденья предлагается конструкция, представленная на рис. 2.

При аварийных ударах мобильного средства (спереди и сбоку) оператора МСХТ страхуют подушки безопасности (рис. 3).

В случае удара сзади передняя скоба вместе со штоком перемещается и сжимает амортизатор, обеспечивая за счет его упругой деформации снижение ударной нагрузки на оператора. Удобное, с точки зрения комфорта, положение оператора на сиденье устанавливается вращением маховика.

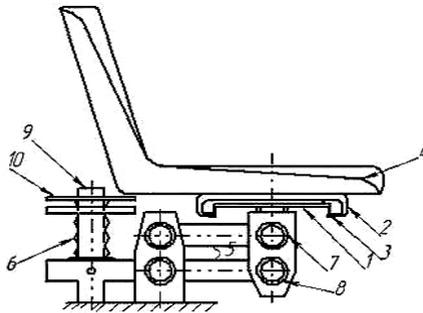


Рис. 2. Сиденье мобильного технического средства [3]:

- 1 – механизм стабилизации крена; 2 – каретка; 3 – трос;  
 4 – подушка; 5 – параллелограммный механизм; 6 – упругий элемент;  
 7 – горизонтальная ось; 8 – опора качения; 9 – регулировочный винт;  
 10 – прижимная гайка

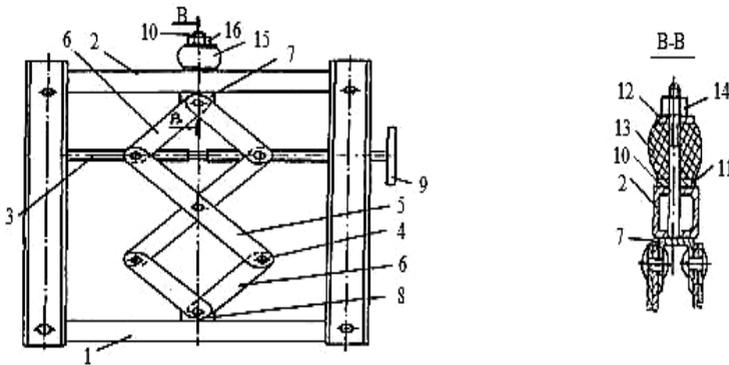


Рис. 3. Устройство безопасного сиденья МСХТ [1]:

- 1 – салазки; 2 – основание сиденья; 3 – ходовой винт; 4 – шарнир; 5, 6 – рычаги;  
 7, 8 – скобы; 9 – маховик; 10 – шток; 11, 12 – прокладки;  
 13 – резиновый амортизатор; 14 – гайка

Для повышения безопасности и улучшения условий труда оператора МСХТ может использоваться специальная подвеска сиденья (рис. 4), включающая раздельно размещенные между основанием и каркасом сиденья электромагнитный демпфер и пневмоцилиндр [7]. Активным элементом демпфера является набор индуктивных катушек, которые меняют величину магнитного поля в зависимости от величины электрического сигнала, поступающего от преобразователя.

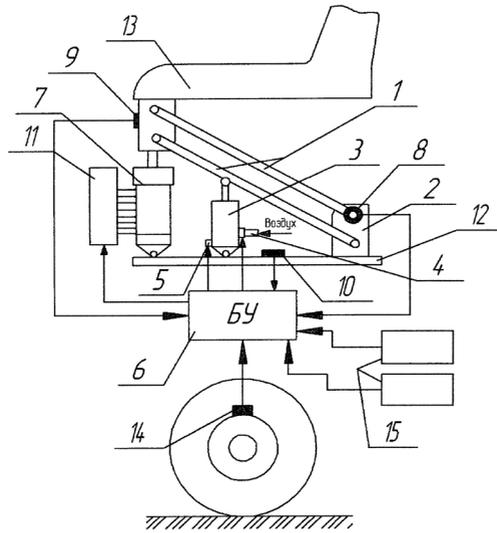


Рис. 4. Подвеска сиденья МСХТ:

- 1 – рычаг; 2 – кронштейн; 3 – пневмоцилиндр; 4 – впускной клапан;  
 5 – выпускной клапан; 6 – блок управления; 7 – электромагнитный демпфер;  
 8 – датчик углового положения рычага; 9 – датчик ускорения; 10 – датчик вертикальных ускорений кабины; 11 – преобразователей сигналов; 12 – основание сиденья;  
 13 – каркас сиденья; 14 – датчик ускорения переднего моста

Эффективную работу преобразователя обеспечивает блок управления, принимающий сигналы от датчиков ускорений и датчика углового положения рычага. Демпфер выполнен в виде цилиндра, на внутренней поверхности которого установлены катушки индуктивности, и штока, на котором закреплены постоянные магниты, а упругий элемент выполнен в виде пневмоцилиндра. Эффективная работа данной подвески сиденья возможна после предварительной калибровки системы, которая осуществляется в течение нескольких первых часов работы. При этом оценивается передаточная функция элементов конструкции МСХТ, через которые передается транспортная вибрация от переднего моста к полу кабины, при различных скоростях движения. Воздействие вибрации от окружающей среды и механизмов МСХТ передается на основание и само сиденье. При возникновении колебаний и вертикальных перемещений сиденья, с датчика ускорений, потенциометрического датчика углового положения рычага, датчика вер-

тикальный ускорений кабины, поступает электрический сигнал, который передается на блок управления. Также в электронный блок передается сигнал с датчика ускорения переднего моста. В зависимости от уровня сигнала, поступающего от переднего моста, блок управления оценивает возможность гашения колебаний и принимает решение о режиме гашения.

**Заключение.** Выполнен анализ характеристик и основных неисправностей сиденья МСХТ с точки зрения его травмобезопасности. Приведены особенности анатомического строения спины оператора МСХТ. Предложено техническое решение для снижения вибронегативности на рабочем месте.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасное сидение транспортного средства: патент 16448 Республики Беларусь / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, А. В. Агейчик [и др.]; заявл. 09.04.2010; опубл. 30.10.2012.
2. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Выш. шк., 2019. – 317 с.
3. Вибрационная система сидения: патент 7727 Республики Беларусь / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, В. А. Агейчик [и др.]; заявл. 14.04.2011; опубл. 30.10.2011.
4. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники / Л. В. Мисун [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2012. – 192 с.
5. Охрана труда / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
6. Подвеска сидения транспортного средства: патент 17141 Республики Беларусь / Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, А. В. Агейчик [и др.]; заявл. 07.10.2010; опубл. 30.06.2013.
7. Подвеска сиденья транспортного средства: патент 176370 РФ / О. И. Поливаев [и др.]; заявл. 02.05.2017; опубл. 17.01.2018.
8. Усов, В. А. Анализ влияния вибрации на водителей колесных тракторов / В. А. Усов, А. А. Рудашко // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 256–258.
9. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Выш. шк., 2023. – 407 с.
10. Чехол для кресла автомобиля: патент № 11800 Республики Беларусь / Л. В. Мисун [и др.]; заявл. 26.05.2018; опубл. 27.10.2018.

*Аннотация.* Проанализированы основная неисправность сиденья МСХТ, с точки зрения его травмобезопасности, а также технические решения для улучшения условий труда оператора в кабине МСХТ.

*Ключевые слова:* мобильная сельскохозяйственная техника, безопасность, сиденье, вибрация.