

УДК 628.517.2/4: 631.354.2

## МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ШУМОМ И ВИБРАЦИЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Кириченко В.Е., к.т.н., доцент, Болоташвили З.У., к.т.н., доцент,  
Гайда А.С., инженер.

(Луганский национальный аграрный университет)

*Борьба с шумом и вибрацией при эксплуатации зерноуборочных комбайнов носит актуальный характер, имеющий под собой социальное и экономическое значение.*

### Постановка проблемы

В сельскохозяйственном производстве наибольшее явление вибрации и шума возникает при эксплуатации мобильных сельскохозяйственных машин, а именно зерноуборочных комбайнов. Под влиянием вибрации и нежелательных частот шума, возникающих при эксплуатации зерноуборочных комбайнов могут поражаться нервная и сердечно-сосудистая системы, возникают спазмы капиллярных сосудов, наблюдается склонность к обморокам, гипертония, изменения в крови, общая слабость, что в конечном счёте приводит к профессиональным заболеваниям и повышенному травматизму [1].

### Анализ публикаций по теме исследования

Методам борьбы с пагубным влиянием шума и вибрации на организм человека при эксплуатации сельскохозяйственных машин посвящены работы известных учёных Месхи Б.Ч., Реунова С.В., Ходеса И.В., Победина А.В., Ляшенко М.В., Залетина В.В., Первякова Ю.Г., Шарова И.М., Оляничка Ю.Д., Тимощенко В.Н., Власенко В.М., Дарахвелидзе П.Г. [1...7]. Работы выше представленных учёных по изучению шума и вибрации проводились на сельскохозяйственных машинах отечественного производства или ближнего зарубежья (например: КЗС-9-1 «Славутич», СК-5М «Нива-Эффект», Вектор, ДОН-1500Б) [1...5, 8]. Создание мощных и производительных самоходных зерноуборочных комбайнов как отечественного, так и иностранного производства (например: Sampo, Claas Mega, John Deere, New Holland) [8], которые используются в агропромышленном комплексе Украины неизбежно сопровождается увеличением уровней шума и вибрации в кабинах на рабочих местах операторов. Научных работ, посвященных изучению методов снижения шума и вибрации при эксплуатации зерноуборочных комбайнов в настоящее время посвящено очень мало [1...5].

Известно, что различные механические, аэродинамические и электромагнитные явления являются причиной возникновения шумов. При эксплуатации зерноуборочных комбайнов возникают в основном механические шумы при работе молотильно-сепарирующего устройства и механизмов

привода (клиноременные, цепные, карданные, пневматические и гидравлические) и вызваны трением и соударениями составляющих их деталей, ударными процессами, используемыми в технологическом процессе.

Возникновение вибрации при эксплуатации зерноуборочных комбайнов сопровождается в основном при работе дисбалансированных шкивов, валов, звёздочек, молотильного барабана и т.п., что в конечном счёте влияет не только на здоровье комбайнёра но и на снижение ресурса эксплуатации комбайна.

**Цель данной работы** – улучшение условий труда комбайнеров путем снижения шума и вибрации в кабинах зерноуборочных комбайнов как отечественного, так и иностранного производства.

### **Материалы, методы и результаты исследований**

Научно-обоснованные высказывания учёных Месхи Б.Ч. и Реунова С.В. поясняют, что применение индивидуальных средств защиты от шума менее эффективно, чем снижение шумовых характеристик самой машины. Так М. Ренчем установлено [1, 2], что при использовании индивидуальных средств, снижающих воспринимаемый оператором шум с 93 до 73 дБА, производительность труда возросла на 7%.

Снижение же уровня звука машины с 96 до 83 дБА привело к увеличению производительности труда на 12%. Кроме этого шум является одним из важнейших комплексных показателей качества оборудования, а в ряде случаев может быть и показателем технического уровня машины, поскольку объективно отображает неточности в изготовлении практически всех деталей или узлов [1, 2].

Наиболее рациональный способ уменьшения шума – снижение звуковой мощности его источника (машины, установки, агрегата и т.д.). Уровень звуковой мощности ( $L_p$ ) рассчитывается по известной формуле [6]:

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \quad (1)$$

где  $P$  – звуковая мощность, Вт;

$P_0$  – пороговая звуковая мощность, равная  $10^{-12}$  Вт;

$L_p$  – уровень звуковой мощности, дБ.

Снижение механических шумов достигается: улучшением конструкции машин и механизмов, заменой деталей из металлических материалов на пластмассовые, заменой ударных технологических процессов на безударные (например, клепку рекомендуется заменять сваркой, штамповку – прессованием и т.д.), применением вместо зубчатых передач в машинах и механизмах других видов передач (например, клиноременных) или использованием зубчатых передач, не издающих шума высокой или низкой частоты (например, при использовании не прямозубых, а косозубых или шевронных шестерен), нанесением смазки на трущиеся детали и рядом других мероприятий.

Об эффективности некоторых из перечисленных мероприятий по снижению уровня шума полученные из научных исследований Месхи Б.Ч., Реунова С.В. и Оляничка Ю.Д. представлены в таблице 1 [1, 2 и 5].

Таблица 1 – Мероприятия по снижению уровня шума

Мероприятия		Снижение уровня шума, дБ
Замена прямозубых шестерен шевронными		5
Замена зубчатой передачи на клиноременную		10...15
Замена корпусов машин из металла на пластмасс (область):	высоких частот	7...15
	средних частот	2...6

Основные методы защиты от вибрации делятся на две большие группы: снижение вибрации в источнике ее возникновения; уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника.

Для того чтобы снизить вибрацию в источнике ее возникновения, необходимо уменьшить действующие в системе переменные силы. Это достигается заменой динамических технологических процессов статическими (например, ковку и штамповку рекомендуется заменять прессованием, операцию ударной правки – вальцовкой, пневматическую клепку – сваркой и т.д.). Рекомендуется также тщательно выбирать режимы работы оборудования, чтобы вибрация была минимальной. Большой эффект дает тщательная балансировка вращающихся механизмов, применение специальных редукторов с низким уровнем вибрации и другие мероприятия.

Важно, чтобы собственные частоты вибрации агрегата или установки не совпадали с частотами переменных сил, вызывающих вибрацию. В противном случае может возникнуть резонансное явление, в результате чего резко увеличится амплитуда колебаний (виброперемещение) устройства, что может привести к его поломке или разрушению. Исключить резонансные режимы работы оборудования и тем самым снизить уровень вибрации можно либо путем изменения массы и жесткости вибрирующей системы, либо установлением нового режима работы агрегата.

Следующий метод защиты от вибрации называется вибродемпфированием (вибропоглощением), под которым понимают превращение энергии механических колебаний системы в тепловую [6, 7]. Это достигается использованием в конструкциях вибрирующих агрегатов специальных материалов (например, сплавов систем медь-никель, никель-титан, титан-кобальт), применением двухслойных материалов типа сталь-алюминий, сталь-медь. Хорошей вибродемпфирующей способностью обладают и традиционные материалы: пластмассы, дерево, резина [6, 7]. Значительный эффект достигается при нанесении на колеблющиеся детали вибропоглощающих покрытий. Пример таких покрытий – различные упруговязкие материалы, такие, как пластмасса или резина, а также различные мастики. Известными вибропоглощающими мастиками являются так называемые «Антивибриты» («Антивибрит-2», «Антивибрит-3»), изготавливаемые на основе эпоксидных смол.

Если какой-либо агрегат колеблется с определенной частотой, то снизить его вибрацию можно установкой на агрегат динамического виброгасителя – самостоятельной колебательной системы, обладающей массой ( $m$ ) и жесткостью ( $q$ ). При этом для вибрации защищаемого агрегата его частота колебаний ( $f$ ) и частота колебаний виброгасителя ( $f_0$ ) должны находиться в следующем соотношении [6, 7]:

$$f_0 = \left( \frac{1}{2 \cdot \pi} \right) \cdot \sqrt{\frac{q}{m}} = f . \quad (2)$$

Закрепленный жестко на защищаемом агрегате виброгаситель колеблется в противофазе с основной установкой, в результате чего снижается уровень вибрации. Однако он действует на определенной (фиксированной) частоте колебаний, соответствующей резонансному режиму работы. При изменении частоты колебаний основной установки резонанс между ней и виброгасителем пропадает, в результате резко снижается эффективность его работы [6, 7].

Достаточно эффективным способом защиты является виброизоляция, которая заключается в уменьшении передачи колебания от вибрирующего устройства к защищаемому объекту помещением между ними упругих устройств. Эти устройства называются виброизоляторами. Эффективность виброизоляторов характеризуется коэффициентом передачи ( $KП$ ), который рассчитывается по следующей формуле [6, 7]:

$$KП = \frac{F_{m_{осн}}}{F_{m_{маш}}} , \quad (3)$$

где  $F_{m_{осн}}$  – амплитуда силы, передаваемой на несущую конструкцию;

$F_{m_{маш}}$  – амплитуда переменной силы, создаваемой вибрирующим агрегатом.

В качестве виброизоляторов используют пружинные опоры либо упругие прокладки из резины, пробки и т.д. Возможно использование сочетания этих устройств (комбинированные виброизоляторы) [6, 7].

### **Вывод**

На основании выше изложенного, можно заключить, что борьба с шумом и вибрацией носит актуальный характер, имеющий под собой социальное и экономическое значение. На настоящее время работы по снижению шума и вибрации в кабинах зерноуборочных комбайнов проводились только на машинах отечественного производства и в небольшом количестве, т.е. данный вопрос слабо изучен. В последнее время в агропромышленном комплексе Украины используются зерноуборочные комбайны иностранного производства, а следовательно остаётся не изученным вопрос о влиянии шума и вибрации на комбайнёра при эксплуатации этих машин в соответствии с нормативными документами Украины.

**Список литературы**

1. Месхи Б.Ч. Улучшение условий труда операторов комбайнов за счет снижения шума и вибрации [Текст] / Дис. ... канд. техн. наук. – Ростов-на-Дону, 1999. – 132 с.
2. Реунов С.В. Снижение вибронагруженности и структурного шума каркасных кабин тракторов [Текст] / Дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 2001. – 142 с.
3. Ходес И.В. Виброактивность ведущего участка гусеничного движителя [Текст] / И.В. Ходес, А.В. Победин, М.В. Ляшенко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1998. № 10. – С. 38 – 40.
4. Залетин В.В. Виброакустическая камера для испытаний тракторных кабин [Текст] / В.В. Залетин, Ю.Г. Первяков, И.М. Шаров // Тракторы и сельхозмашины. 1987. №10. – С. 21 – 22.
5. Олянич Ю.Д. К вопросу снижения шума и вибрации в кабинах зерноуборочных комбайнов [Текст] / Ю.Д. Олянич, В.Н. Тимощенко, В.М. Власенко / Тракторы и сельхозмашины. – 1973. – №8. – С. 27 – 29.
6. Кириченко В.Е. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения [Текст] / В.Е. Кириченко, З.У. Болоташвили, В.С. Муштай и др. / Методическое пособие для студентов квалификационного уровня «Специалист» по специальности 7.092101 «Промышленное и гражданское строительство» // Под общей редакцией В.Е. Кириченко. Луганск, Издательство ЛНАУ, 2010. – 176 с.
7. Кириченко В.Е. Рекомендации по снижению травматизма в агропромышленном комплексе Луганской области: методическое пособие [Текст] / В.Е. Кириченко, З.У. Болоташвили, Н.В. Ковтун и др. – Луганск: Издательство ЧП «ФЛП» Пальчак А.В.», 2012.- № 1.- 160 с.
8. Кириченко В.Е. Методическое пособие: Рекомендации по уборке ранних зерновых с последующей первичной доработкой для агроформирований Луганской области [Текст] / В.Е. Кириченко, З.У. Болоташвили, Н.В. Ковтун. – Луганск, 2009. – 59 с.

**Анотація****МЕТОДИ БОРОТЬБИ З ШУМОМ І ВІБРАЦІЄЮ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ****Кириченко В.Є., Болоташвілі З.У., Гайда Г.С.**

*Боротьба з шумом і вібрацією при експлуатації зернозбиральних комбайнів носить актуальний характер, що має під собою соціальне і економічне значення.*

**Abstract****METHODS OF FIGHT AGAINST NOISE AND VIBRATION DURING EXPLOITATION OF COMBINE HARVESTERS****V. Kirichenko, Z. Bolotashvili, A. Gayda**

*A fight against noise and vibration during exploitation of combine harvesters carries actual character, having under itself a social and economic value.*