

и рассеивания теплоты. Это позволяет констатировать о возможности создания параметрических рядов систем охлаждения.

### **Выводы**

Основной целью при проектировании системы охлаждения является обеспечение наиболее эффективных показателей двигателя моторной установки трактора при наименьших экономических затратах на изготовление агрегатов, узлов и системы в целом в эксплуатации.

Поставленные цели могут быть достигнуты при системном подходе к проектированию устройств охлаждения двигателя. Рассмотрены основные положения системного подхода при проектировании системы охлаждения отдельного трактора заданной мощности и параметрического ряда тракторов в некотором диапазоне мощности. Отмечено, что системный подход к проектированию предполагает оптимальный выбор параметров проектируемого узла, агрегата и устройства в целом.

### **Литература**

2. Иссерлис, Ю.Э. Системное проектирование двигателей внутреннего сгорания / Ю.Э. Иссерлис, В.В. Мирошников. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд.-ие, 1981.
3. Бусленко, Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М.: Наука, 1978.
4. Якубович, А.И. Нестационарный температурный режим дизеля / А.И. Якубович, В.Е. Тарасенко // Механика машин, механизмов и материалов. – 2008. – № 3(4). – С. 19–23.

УДК 629.366.016.8

### **УЛУЧШЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ КАБИН ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»**

*Бобровник А.И., д.т.н., Шабуня Н.Г., к.т.н., доц., Близнец М.С., студент (БГАТУ),  
Гателюк С.А. (ИЦ «Трактор»)*

Кратко описаны кабины, устанавливаемые на тракторах «БЕЛАРУС» их особенности по сравнению с некоторыми зарубежными образцами, приводится характеристика шума на рабочем месте оператора в сравнении с зарубежными образцами, предложены конструктивные решения для уменьшения шума и результаты исследований.

### **Введение**

На тракторах «БЕЛАРУС» применяются два вида кабин:

- унифицированная типа 80-6700010, которая устанавливается на серийных моделях тракторов мощностью 80-120 л.с;
- перспективная – 2522-6700010, применяемая на новых моделях тракторов мощностью до 250 л.с.

Перспективная кабина тракторов «БЕЛАРУС» обеспечивает комфортные условия труда, тепло- и шумоизоляцию, соответствует требованиям безопасности. Кабина устанавливается на четырёх виброизоляторах. Естественная её вентиляция осуществляется через боковые и задние открывающиеся окна и люк на крыше. Стёкла кабины безрамочные, закалённые, имеют гнутую форму. Детали интерьера выполнены из формовочного пенополиуритана, крыша, крылья – из стеклопластика.

Основная задача кабины – защита водителя от повышенного шума двигателя и трансмиссии, формирование на рабочем месте санитарных норм по шуму и, при возможности, комфортных условий труда.

Для выполнения основного требования и обеспечения конкурентоспособности тракторов кабина должна удовлетворять ряду требований, основные из них:

- иметь высокую акустическую герметичность за счёт конструктивных решений и применения высокоэффективных шумоизолирующих материалов;
- высокую виброизоляцию кабины от остова во всех диапазонов звуковых частот;
- эффективное поглощение проникающего в кабину шума во всех диапазонах звуковых частот.

При проектировании унифицированных кабин, названные выше требования по акустической герметичности кабины и высокому поглощению шума внутри её не были учтены. Не была достаточной и виброизоляция от остова. Поэтому унифицированные кабины практически разгерметизированы, с низким шумопоглощением, нестабильной виброизоляцией.

Перспективная кабина – 2522-6700010 более удобна для работы оператора, имеет высокую акустическую герметичность, но недостаточную виброизоляцию от остова и низкое шумопоглощение внутри самой кабины.

Как показывают исследования шум на рабочем месте водителя тракторов МТЗ на различных режимах достигает 90 дБА [2]. Согласно действующим ГОСТ 12.2.019-2005 шум на рабочем месте оператора не должен превышать 86 дБА при испытаниях без нагрузки и 90 дБА при наличии нагрузки.

Шум в кабине тракторов “БЕЛАРУС” практически удовлетворяет отечественным и зарубежным нормам, но комфортные условия труда в них не созданы и наши тракторы значительно проигрывают по показателям шума зарубежным образцам и являются менее конкурентоспособными [2].

В странах ЕЭС также действуют нормы шума на рабочем месте №77/311, согласно которым установлены предельно-допустимые уровни шума при движении трактора на скорости 7,5 км/ч без нагрузки 86 дБА и 90 дБА под нагрузкой при движении на всех передачах. Однако высокие нормы не помешали зарубежным тракторостроительным фирмам провести комплекс работ по снижению шума в кбинах до 71-75 дБА и создать на рынке благоприятную конкурентную ситуацию.

В качестве примера можно привести кабину трактора Deutz 4.57, у которого при повышенном и сравнимом с тракторами МТЗ шуме двигателя (10 дБА, L=1м) и трансмиссии (110 дБА у пола) шум на рабочем месте водителя 79...80 дБА. Такие хорошие результаты на тракторах Deutz 4.57 достигнуты благодаря эффективной виброизоляции кабины от остова, хорошей акустической герметичности и высокого шумопоглощения элементов внутри кабины.

### **Основная часть**

В качестве объекта исследований был выбран трактор “Беларус” 1023 с новой комфортабельной перспективной кабиной, и как было отмечено выше имеющей современный дизайн, повышенные удобства для водителя, удовлетворительную акустическую звукоизоляцию, но недостаточную виброизоляцию от остова, низкое шумопоглощение внутри её, что является, как показали исследования, причиной повышенного шума.

На тракторе установлен двигатель мощностью 105 л.с. (Д-245) с турбонаддувом, механической коробкой передач с синхронизаторами и двухступенчатым редуктором; задний мост с планетарными конечными передачами; двухскоростной вал отбора мощности.

Испытания проводились в Испытательном центре “Трактор” МТЗ современной аппаратурой фирм Брюль и Кьер и RFT на режиме максимальных оборотов холостого хода на стоянке и в движении согласно требований Директивы Совета ЕЭС 77/311.

В таблице 1 приведены октавные спектры шума на рабочем месте при работе двигателя с  $P_{\text{ххmax}}$  как на стоянке и в движении.

Уровни шума на обоих режимах высокие и соответствуют 87-89 дБА. Что касается спектрального состава шума, то наиболее высокие уровни наблюдаются в октавах 125 и 250 Гц.

Таблица 1 – Уровни и спектральный состав шума на рабочем месте серийного трактора

Передача / нагрузка	Уровень шума, дБА	Октавные частоты, Гц					
		125	250	500	1000	2000	4000
Стоянка / $p_{xxmax}$	87	87	90	84	78	74	67
4-я передача / б/н	89	93	91	84,5	84	79	75

В результате выявлено, что внешняя виброакустическая нагруженность кабины формируется двигателем и трансмиссией. Поэтому снижение шума на рабочем месте водителя необходимо осуществлять совершенствованием вибро-шумоизолирующих и шумопоглощающих свойств кабины.

Основными составляющими шума в кабине являются:

- уровни шума и звуковой вибрации установленного двигателя и трансмиссии;
- уровни звуковой вибрации элементов гидросистемы;
- уровни звуковой вибрации насоса рулевого управления «Данфос»;
- резонансные явления трубопроводов, гидро- и топливного бака.

Уровень шума на рабочем месте формируется структурной и воздушной составляющими указанных выше источников и может быть представлен в виде структурной схемы на рисунке 1. Из схемы видно, что для решения задачи ограничения шума на рабочем месте должны быть эффективными виброизоляция, шумоизоляция и шумопоглощение в кабине.

В результате последовательных экспериментов методом исключения или улучшения шумоизоляции и шумопоглощения определены источники и их доля в общем шуме на рабочем месте. Основные из них следующие с указанием доли вносимой в общий шум на рабочем месте:

1. Отключение насоса гидросистемы уменьшает шум – на 2...5дБА.
2. Отсоединение от кабины жестко закрепленных гидропроводов – на 2-5,5 дБА.
3. Виброизоляция кабины от остова - на 4...5 дБА.
4. Эффективное шумопоглощение в кабине – до 8 дБА.
5. Отключение насоса-дозатора рулевого управления - на 2,5 дБА.
6. Отключение вентилятора системы охлаждения – на 2 дБА.
7. Виброизоляция топливного бака и бака гидравлической системы – на 2 дБА.

Таблица 2 – Уровни и спектральный состав шума на рабочем месте до и после проведения мероприятий по ограничению шума

Передача / нагрузка	Уровень шума, дБА	Октавные частоты, Гц					
		125	250	500	1000	2000	4000
Стоянка / $p_{xxmax}$ (до модернизации)	87	87	90	84	78	74	67
Стоянка / $p_{xx max}$ (после модернизации)	72	75	78	81	70	70	65

В таблице 2 приведены октавные спектры шума на рабочем месте оператора до и после проведения мероприятий по ограничению шумо-виброактивности источников на тракторе. Измерения велись при максимальных оборотах холостого хода на стоянке (при движении уровень шума в кабине возрастает незначительно).

Таким образом, одновременная реализация перечисленных выше мероприятий позволяет снизить уровень шума на рабочем месте оператора до 15 – 17 дБА.

Подобные результаты получены и на тракторе «БЕЛАРУС» -3022 при проведении тех же мероприятий.

#### **Заключение**

Проведение комплекса недорогих мероприятий по ограничению шума на рабочем месте оператора тракторов «БЕЛАРУС» позволяет создать комфортные условия труда для водителя и значительно повышает конкурентоспособность марки МТЗ на внешнем рынке.

#### **Литература**

1. Разумовский М.А. Борьба с шумом на тракторах, Минск, «Наука и техника», 1973 г.
2. Шабуня Н.Г. и др. «О проблеме шума тракторов «БЕЛАРУС», Агропонорама №1, 2010.
3. ГОСТ 12.2.019-2005. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.050-86. Методы измерения шума на рабочих местах.

УДК 629.366. 028

### **ТЯГОВО-СЦЕПНЫЕ СВОЙСТВА КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА СО СДВОЕННЫМИ ШИНАМИ**

*Варфоломеева Т.А., ст. преп., Бобровник А.И., д.т.н., Синкевич П.Н., к.т.н. (БГАТУ)*

#### **Введение**

Ваш урожай помогут увеличить сдвоенные шины, влияющие на качество почвы, снижающие давление на почву, что благоприятно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. Сельскохозяйственная техника, оборудованная сдвоенными шинами, имеет в сравнении с обычной ходовой системой трактора, улучшенные тягово-сцепные качества и уменьшенное давление на почву и в связи с этим успешно может применяться на ранневесенних полевых работах в хозяйствах различных зон страны и тем самым заменяет гусеничную сельхоз технику на многих сельскохозяйственных работах.

Интенсификация сельскохозяйственного производства, отражающаяся в виде увеличения сроков проведения полевых работ, привела к более раннему выходу машинно-тракторных агрегатов в поле (подкормка минеральными удобрениями) и более позднему окончанию работы. Все это сказывается на условиях эксплуатации МТА при повышенной влажности почвы. Машины в этих случаях теряют проходимость, рабочая скорость становится равной нулю. При движении со значительным буксованием наблюдаются увеличенный расход топлива, что негативно сказывается на энергосбережении агрегатов.

#### **Основная часть**

Поиск методов повышения тягово-сцепных свойств агрегатов на агрофоне повышенной влажности при значительном буксовании является одним из актуальных вопросов современности.

Дефференциальное уравнение движения с учетом потерь от буксования  $\delta$  имеет вид

$$V = \frac{(P_K - \sum P_C)g(1 - \delta)}{G_T [\delta_{BP} - \delta(1 - \xi_2) + q(1 - \delta)]},$$

где  $\delta_{BP}$  - коэффициент учета вращающихся масс трактора.

С повышением рабочих скоростей коэффициент учета вращающихся масс транспортного средства уменьшается.