

### Заключение

1. Предложена принципиальная схема и обоснованы конструктивные параметры механического предохранителя глубокорыхлителя для работы на почвах, засоренных камнями.

2. В соответствии с основными конструктивными параметрами РЦП-3,5 рассчитан радиус опорной цилиндрической поверхности для ролика предохранительного устройства, который полностью соответствует геометрическим размерам глубокорыхлителя.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Казакевич, П.П. Проблемы и перспективы механизации процессов обработки почвы и посева в Беларуси / П.П. Казакевич, А.А. Точицкий // Механиза-

ция и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб.: Механизация земледелия, животноводства и кормопроизводства. – Вып. 35/ БелНИИМСХ. – Минск, 1996. – С.18-33.

2. Райкевич, Н. Г. Методика расчета параметров механического предохранителя рабочего органа машин для глубокой обработки почвогрунтов / Н.Г. Райкевич, М.И. Астахов // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб.: Механизация земледелия, животноводства и кормопроизводства. – Вып. 35/ БелНИИМСХ. – Минск, 1996. – С.67-75.

3. Глубококорыхлитель: патент 12393 Респ. Беларусь, МПК А 01 В 35/00 / И.Н. Шило [и др.]; заявитель Белорус. гос. аграрн. техн. ун-т. – № а 20070213; заявл. 28.02.2007; опубл. 30.10.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – №5. – С.36.

УДК 629.366.016.8

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 19.11.2010

## О ПРОБЛЕМЕ ШУМА ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС»

А.И. Бобровник, докт. техн. наук, Н.Г. Шабуня, канд. техн. наук, доцент (БГАТУ);  
С.А. Гателюк, начальник ИЦ «Трактор», С.В. Голод, начальник КИБ, А.В. Верстак,  
инженер-конструктор ИЦ «Трактор» (РУП «МТЗ»)

### Аннотация

*Приводятся результаты исследований источников повышенного шума тракторов «Беларус». Разработаны меры по снижению уровня звука на рабочем месте оператора, изготовлены экспериментальные конструкции, уменьшающие шум в кабине трактора.*

*The article summarizes the research results referring to the sources of the increased noise level in «Belarus» tractors. The measures for decreasing the sound level at the operator's place have been developed. The experimental constructions are manufactured which allow to decrease the noise inside the tractor cab. It should be noted that «Belarus» tractors offer comfortable working conditions for tractor operators with standpoint of the noise level comparable with foreign analogues.*

### Введение

На Минском тракторном заводе (РУП «МТЗ») создано семейство современных, с высокими технико-экономическими показателями, различного назначения тракторов «Беларус» мощностью 40-400 л.с. Они находят сбыт в условиях жесткой конкуренции с фирмами во многих странах СНГ, ближнем и дальнем зарубежье.

Одной из важнейших характеристик тракторов, определяющей его конкурентоспособность, потребительский спрос, а зачастую и цену, являются нормируемые уровни шума на рабочем месте водителя-оператора и внешнего шума. В Беларуси и в ряде стран ближнего зарубежья принят межгосударственный стандарт ГОСТ 12.2.019-2005 [1], в котором уровень звука на рабочем месте оператора не должен превышать 86 дБА при испытаниях без нагрузки и 90 дБА под нагрузкой. Уровень внешнего шума колесных тракторов по ГОСТ Р 51920-2002 [2] не должен превышать 85 дБА для тракторов с эксплуатационной массой (без балласта), не превышающей 1500 кг и 89 дБА, превышающей 1500 кг.

В странах Европейского экономического сообщества (ЕЭС) в 1977 году введены Директивы ЕЭС 77/311 с изменениями в 2000 году, в которых устанавливаются предельно-допустимые уровни шума на рабочем месте водителя при движении тракторов на скорости примерно 7,5 км/ч без нагрузки – 86 дБА и 90 дБА при движении на всех передачах с полной нагрузкой и на максимальной транспортной скорости без нагрузки (при закрытых и открытых окнах кабины). Другой Директивой Совета ЕЭС 74/151 ограничен предельный уровень внешнего шума при движении трактора на высшей транспортной передаче в режиме разгона – 89 дБА.

### Основная часть

Введение норм на шум тракторов и конкуренция на рынке подтолкнули ведущие зарубежные тракторостроительные фирмы к проведению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ по снижению уровней шума внешнего и на рабочем месте.

В табл. 1 приведены уровни шума в кабине на рабочем месте оператора и внешнего шума серийных тракторов «Беларус» и зарубежных образцов. Исследования проводились в исследовательском центре «Трактор» (ИЦ «Трактор») РУП «МТЗ». Для измерений применялась современная аппаратура фирмы «Брюль» и «Къер» и фирмы «RFT». Измерения проводились по ГОСТ 12.1.050-86 [3] и ГОСТ Р 51920-2002 [2]. При измерениях уровня шума на рабочем месте водителя (РМВ) микрофон располагался на высоте уха человека и был ориентирован в направлении максимального уровня шума.

Измерения внешнего шума проводились в открытом свободном пространстве при расположении микрофона на высоте 1,2 м от опорной поверхности и 7,5 м от оси движения трактора.

Так, уровень шума в кабинах тракторов «Дойц» 4.57 и «Форд» 6640 – 79,5-81 дБА, у тракторов «Claas Ares 836 RZ» – 72 дБА и «John Deere» 8420 – 74 дБА при измерениях на стоянке с максимальной частотой вращения –  $n_{x.x.max}$  и движении с максимальной скоростью без нагрузки. Уровень внешнего шума у них не превышает 82 дБА.

Зарубежные фирмы провели обширные и глубокие исследования акустических характеристик выпускаемых ими машин, разработали и внедрили высокоэффективные шумовиброизолирующие конструкции деталей кабин, эффективные шумопоглощающие материалы для герметизации кабин.

При этом зарубежные тракторы имеют практически постоянные уровни шума двигателей, трансмиссий и в кабинах при работе двигателя на стоянке с  $n_{x.x.max}$ , а также при работе под нагрузкой на всех передачах. Это обусловлено хорошим качеством изготовления машин.

Шум тракторов МТЗ более значителен. Он составляет на рабочем месте оператора 83-88 дБА на стоянке при работе трактора с  $n_{x.x.max}$  и 85-90 дБА – при движении на максимальной транспортной скорости без нагрузки. Внешний уровень шума – 84-93 дБА при измерениях справа и слева. И хоть тракторы МТЗ практически отвечают отечественным и зарубежным нормам, комфортных условий труда в них не создано, и наши тракторы значительно проигрывают по обоим показателям шума зарубежным и являются менее конкурентоспособными.

При работе тракторов «Беларус» под нагрузкой уровень шума в кабинах повышается на 2-4 дБА при

**Таблица 1. Уровни шума на рабочем месте оператора и внешнего на тракторах «Беларус»**

Модель трактора	Максимальный уровень звука на стоянке при $n_{x.x.max}$	При движении на $V_{тр max}$ без нагрузки	Максимальный уровень внешнего звука трактора, дБА, слева/справа
Беларус 320	87...88	87...90	80/82
Беларус 422	85...86	88...88	84/85
Беларус 622	86...87	87...88	86/87
Беларус 82.1	85...87	87...88	88...89
Беларус 922	85	87...88	88/89
Беларус 923	84...85	88...90	88/89
Беларус 925	84...85	87...89	86/87
Беларус 952	84...85	85...88	86/87
Беларус 1021	85...86	88...90	88/89
Беларус 1022	85...86	87...89	88/89
Беларус 1023	85...86	87...89	88/89
Беларус 1025	85...87	87...89	88/89
Беларус 1221	83...84	86...89	87/88
Беларус 1222	83...84	86...89	86/87
Беларус 1223	84...85	86...87	85/85
Беларус 1523	84...85	87...89	85/87
Беларус 1525	83...84	85...87	86/86
Беларус 2022	84...85	87...89	87/89
Беларус 2522	85...86	87...90	89/93
Беларус 2822В	83...84	85...87	90/92
Беларус 3022ДВ	82...83	85...86	90/91
Claas Ares 836RZ	-	72	82
John Deere 8420	-	74	82
Дойц 4.57	79,5	81	-
Форд 6640	79,5	78	-

\* За последние 10-15 лет указанные пределы шума зарубежных тракторов снижены.

равном скоростном режиме двигателя и достигает предельно допустимых значений. При этом шум двигателей повышается на 1-2 дБА, а трансмиссий на 2-4 дБА против значений, замеренных для тех же скоростных режимов на стояке.

Дополнительная акустическая обработка унифицированных кабин 80-6700010 снижает уровень шума на рабочем месте оператора на 2-4 дБА, однако серийные унифицированные кабины имеют низкую акустическую герметичность, что подтверждают измерения уровня шума в них при открытом люке и окнах кабин. Перспективная, с повышенными служебными свойствами кабина 2522-6700010 имеет уже большую акустическую герметичность в сравнении с унифицированной, но она недостаточно виброизолирована от остова.

Объектом исследований был выбран трактор «Беларус» 1023 № 1053, у которого в закрытой кабине (2522-6700010) на максимальной транспортной скорости 40 км/ч уровень шума составил 89 дБА и 91 дБА при открытых люке, крыше и окнах. Внешний шум справа/слева трактора – 89/88 дБА. Трактор «Беларус» 1023 №1053 с двигателем Д-245, мощностью 77 кВт (105 л.с.), турбонадувом и 7-ми ступенчатой



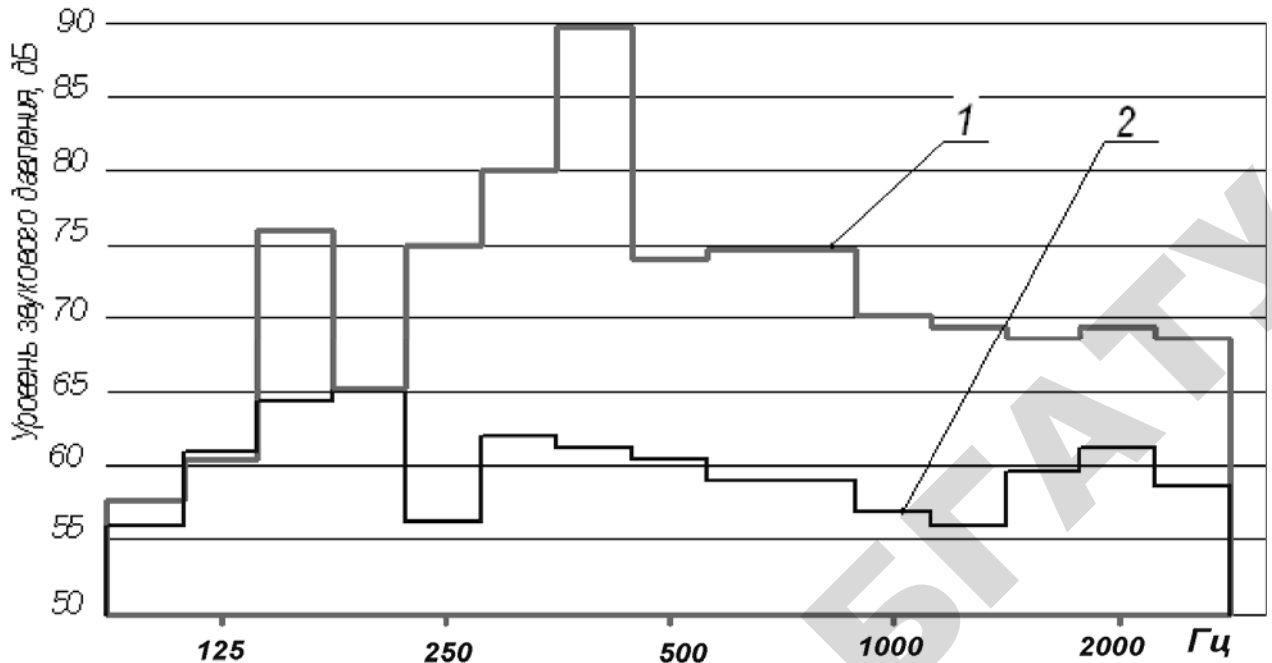


Рисунок 3. Спектрограммы шума на РМВ: 1 – исходного; 2 – минимального после модернизации испытуемого трактора

результат, уменьшен шум на рабочем месте.

3. Изменена компоновка насоса-дозатора рулевого управления Данфос, он вынесен за пределы кабины.

4. Изменена компоновка узлов на передней стенке кабины и улучшена ее виброизоляция.

5. Улучшена виброизоляция кабины путем усиления жесткости кронштейнов и улучшения характеристик амортизаторов двухкаскадного типа.

6. Значительно улучшено шумопоглощение в кабине с помощью применения более эффективных шумопоглощающих материалов и эффективным конструктивным их расположением.

7. Направление движения воздуха через радиатор изменено на противоположное.

Результаты работ по уменьшению шума на рабочем месте оператора приведены на рис. 2. Время реверберации в кабине трактора до проведения мероприятий по уменьшению шума (спектр 1) и после (спектр 2) значительно уменьшилось. Видно, что затухание звукового импульса в отдельных октавных полосах частот увеличилось более чем в 2 раза после проведенных мероприятий по ограничению шума.

На рис. 3 показаны результаты работы по уменьшению шума в кабине трактора. Видно, что в третьоктавных полосах частот уровень звукового давления значительно уменьшился. В отдельных полосах частот уменьшение составляет более чем на 25 дБ, а по общему уровню до 17 дБА.

Исследование шума на рабочем месте тракторов класса 5 показали, что он составляет порядка 84-86 дБА при измерениях на максимальной транспортной скорости. Для исследования был взят трактор «Беларус» 3022 № 56 с уровнем шума на рабочем месте 84

дБА. Уменьшение акустического излучения, вносимого узлами и механизмами (насосом-дозатором, вентилятором системы охлаждения, панелями в кабине, подвеской кабины, топливным баком) позволило снизить шум на рабочем месте водителя при работе трактора на стоянке с  $n_{xx \max}$  до 69,5 дБА.

#### Заключение

Проведение комплекса конструкторских звуко-вибро-шумоизолирующих мероприятий на тракторах «Беларус» 1023 и «Беларус» 3022 позволило уменьшить шум на рабочем месте оператора с 89дБА до 72дБА и с 84 до 69,5 дБА соответственно, в результате чего по показателям шума в кабине тракторы «Беларус» могут успешно конкурировать с зарубежными образцами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.019 – 2005.
2. Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Внешний шум. Нормы и методы оценки: ГОСТ Р 51920 – 2002.
3. Методы измерения шума на рабочих местах: ГОСТ 12.1.050 – 86.
4. Разумовский, М.А. Борьба с шумом на тракторах/ М.А. Разумовский. – Минск: Наука и техника, 1973. – С.5-11.
5. Луканин, В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров. – М.: Высшая школа, 2005. – С. 94-100; 317-332.