

Бобровник А.И., д.т.н., Шабуна Н.Г., к.т.н., доцент, Тарасенко В.Е.¹, к.т.н., Гателюк С.А.,² Голод С.В.²

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
²РУП «Минский тракторный завод», г. Минск, Республика Беларусь

В статье рассматривается один из основных источников шума на тракторах – двигатель. Определены составляющие шума двигателя по диапазонам частот. Показано, что энергетическая установка трактора вносит основной вклад в шумовое поле на рабочем месте водителя. Показаны основные методы уменьшения акустического излучения источников.

Введение

В Белорусском государственном аграрном техническом университете на кафедре «Тракторы и автомобили», а также в исследовательском центре «Трактор» (РУП «МТЗ») проводились исследования шума двигателей Минского моторного завода (ММЗ). Исследования проводились согласно ГОСТ 23.3.23 – 88 [1]. Уровни звукового давления определялись на расстоянии $L = 1$ м от блока цилиндров. Микрофон располагался на высоте $h = 1,2$ м от пола. При исследованиях применялась высокочастотная аппаратура фирмы «Брюль и Кьер» и RFT.

Основная часть

Двигатели являются основным источником шума и звуковой вибрации на тракторах, формирующий уровень внешнего шума и шума на рабочем месте водителя. Уровень шума у большинства двигателей Минского моторного завода повышенный и составляет на расстоянии 1 м: у двигателя Д-243 без наддува $N_e = 80$ л.с., $n_{xx \max} = 2300 \text{ мин}^{-1} - 101 - 104$ дБА; у двигателя Д-245 с турбонаддувом $N_e = 100$ л.с. при $n_{xx \max} = 2300 \text{ мин}^{-1} - 101 - 103$ дБА; у двигателя Д-245.5 с турбонаддувом $N_e = 90$ л.с. при $n_{xx \max} = 1900 \text{ мин}^{-1} - 98 - 100$ дБА; у двигателя Д-260 с турбонаддувом $N_e = 150$ л.с. при $n_{xx \max} = 2200 \text{ мин}^{-1} - 102 - 104$ дБА.

Под нагрузкой шум двигателей повышается незначительно на 1,5-2,5 дБА. Спектральный состав шума двигателей Д-242, Д-243 и Д-245 приведен на рисунке 1 [2].

Спектрограммы записаны при номинальном числе оборотов и исключенном аэродинамическом шуме выпуска и впуска – 1 – без нагрузки, 2 – при номинальной нагрузке [2].

Из спектрограмм видно, что при нагрузке уровни звукового давления возрастают практически во всех областях частотного спектра – на основной частоте рабочего процесса на 2–4 дБ, от 220 до 600 Гц на 2–5 дБ, в остальных областях спектра на 1–2 дБА (рисунок). Шум, формируемый двигателем (до 98 дБ) содержит низко и среднечастотные компоненты звукового давления с повышенной проникаемостью через шумоизолирующие материалы.

От количества и характера подвода тепла в двигателе зависит форма индикаторной диаграммы и характер акустического излучения двигателя. Чем выше жесткость рабочего процесса (особенно при увеличении угла опережения впрыска), тем больше возмущающие силы и шире спектр акустического излучения.

На тракторах «Беларус» двигатели расположены в непосредственной близости от кабины, поэтому фактические уровни шума у передней стенки кабины достигают 110–112 дБА, у лобового переднего окна 102–105 дБА. Двигатели образуют с корпусами трансмиссий моноблок, на котором через кронштейны и резиновые амортизаторы закреплена кабина. Воздушный шум двигателя, проникающий при отсутствии экрана под кабину к трансмиссии и структурный шум (звуковая вибрация двигателя), излучаемый поверхностями трансмиссии, формирует под полом кабины на стоянке при работе двигателя на $n_{xx \max}$ уровни шума 107...109 дБА и выше, что практически близко к уровням шума у трансмиссий при их работе под нагрузкой. Это позволяет отнести двигатель к основному источнику шума у кабины в целом и на рабочем месте водителя.

Для эффективного уменьшения шума двигателей необходимо классифицировать источники возмущающих сил по громкости и частотному составу, и на этой основе наметить последовательность мероприятий по уменьшению их громкости. Такая работа на кафедре «Тракторы и автомобили» была в своё время проведена. Для дизелей ММЗ источники классифицированы в такой последовательности (по доле участия в формировании звукового поля): в области низких частот (до 1 кГц); процесс выпуска; процесс впуска; процесс сгорания; кривошипно-шатунный механизм (КШМ); вентилятор системы

охлаждения. В области высокочастотного излучения (свыше 1 кГц): процесс выпуска; шестерни распределения; кривошипно-шатунный механизм; газораспределительный механизм; топливо подводящая аппаратура.

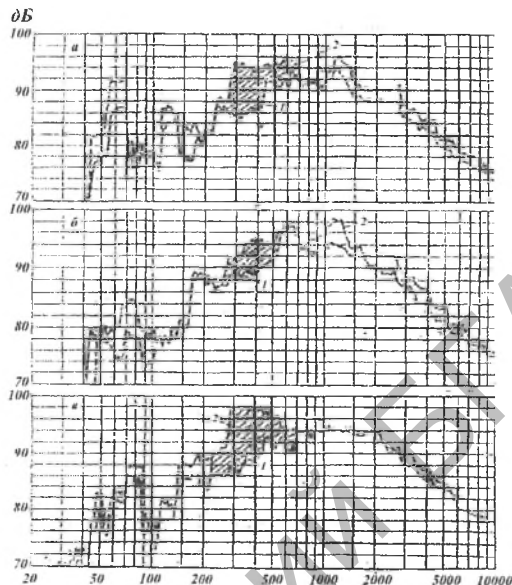


Рисунок – Спектрограммы шума двигателей Д – 242(а), Д – 243(б), Д – 245(в)

Нетрудно видеть, что для двигателей ММЗ первоочередной задачей является уменьшение шума системы выпуска, как наиболее интенсивного источника.

Для уменьшения шума процесса выпуска и выпуска самых громких источников предложены эффективные глушители. Глушитель-искрогаситель, 60-1205015А, разработанный на кафедре «Тракторы и автомобили» БГАТУ и ММЗ внедрен в массовое производство на МТЗ. Глушители для дизелей с турбонаддувом имеются, но требуют акустической доработки.

Установка эффективных глушителей шума выпуска и впуска определила ход дальнейших работ по снижению шума двигателей. Следующим источником по значимости в общем шуме двигателей является процесс сгорания. Впрыск и сгорание топлива в дизельных двигателях происходит практически мгновенно во всем объеме, а не распространяется плавно, как в бензиновых двигателях [3].

Уровень шума, излучаемый поверхностями блока цилиндров, головкой определяется рядом факторов: толщиной (массой) стенок, интенсивностью и углом опережения впрыска, количеством топлива, поступившего в цилиндр, наличием или отсутствием резонансных явлений. При малой толщине стенок уровень излучаемого ими шума особенно высокий. При удвоении их толщины уровень излучаемого шума снижается на 3 дБА при отсутствии резонансных явлений.

В начале 90-х годов ведущие европейские моторостроительные фирмы провели ряд опытно-конструкторских и исследовательских работ и на 3–4 дБА снизили шум изготавливаемых ими двигателей за счет уменьшения угла опережения впрыска топлива, применения оптимального закона подачи топлива с помощью электронных систем, корректировок конструкций блока цилиндров. При этом пришлось пойти на ухудшение экономичности (2–4 г/л.с.ч) и большим расходом металла. Однако эти мероприятия на ММЗ, к сожалению, не реализованы.

Заключение

Для снижения шума двигателей, а следовательно, и шума на рабочем месте водителя необходимо применить на двигателях ММЗ оптимальную, позволяющую снизить жесткость рабочего процесса топливную аппаратуру, утолщить стенки блока цилиндров, применить материалы с высокими

демпфирующими свойствами и изменить его конструкцию, работать над улучшением акустической эффективности глушителей.

Литература

1. ОСТ 23.3. 23 – 88. Дизели тракторные и комбайновые. Предельные значения шумовых и вибрационных характеристик. Методы определения.
2. Разумовский М.А. Борьба с шумом на тракторах. – Минск, «Наука и техника», 1973 г.
3. Двигаели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов под редакцией Лукашина В.Н., Шатрова М.Г. – М.: «Высшая школа», 2007 г.

УДК [636.085.522.55;631.363]

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМА ИЗ ВЛАЖНОГО ЗЕРНА И ПОЧАТКОВ КУКУРУЗЫ

Хилько И.И., к.т.н., доцент

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

Кукуруза в условиях Беларуси стала ценнейшей кормовой культурой, важнейшим источником увеличения производства молока и мяса. Традиционно и наиболее массово кукуруза используется на приготовление силоса, как с внесением консервантов, так и без них. В одном случае при простом силосовании потеря питательности корма достигает 25% и только 6...8% при внесении консерванта.

В настоящее время благодаря успехам селекционной науки и достижениям практики кукуруза во все возрастающих объемах стала возделываться как зерновая культура. Это потребовало поиска новых и совершенствования существующих технологий уборки, доработки и хранения зерна кукурузы. Для уборки кукурузы на зерно с обмолотом початков в настоящее время используются зерноуборочные комбайны КЗР-10 или Мера-218 при исходной влажности зерна не более 20% с последующей предварительной очисткой на машине ОЗЦ-50, сушкой в зерносушилках СЗШР-16, GDT-300/28/2 и закладкой на хранение в силоса или закрома. Перед скармливанием животным оно дробится и идет на приготовление кормосмесей. Для данной технологии характерными недостатками являются: обмолот початков требует строго определенной влажности зерна, чрезмерно большие затраты топлива и электроэнергии на его сушку и последующее измельчение перед скармливанием. Для снижения влажности зерна кукурузы с 25 до 15% путем высушивания на сушильных агрегатах расходуется на 30% больше энергии, чем на его производство [1]. Последний недостаток удалось исключить при использовании технологии хранения дробленого (плющеного) зерна кукурузы в полимерном рукаве или траншее с применением консерванта. Тем не менее дорогостоящая операция обмолота початков кукурузы присутствует в обеих технологиях, делая их достаточно затратными и более зависимыми от погодных условий.

В этой связи пришло время обратить внимание на корнаж – корм, получаемый из влажных измельченных необмолоченных початков кукурузы. Для приготовления корнажа початки убирают в фазе восковой или начала полной спелости зерна при их влажности 30...45%. В таком состоянии початки с зерном легко измельчаются. В них в достаточном количестве содержится как легкорастворимые углеводы, так и вода, что создает благоприятные условия для протекания молочнокислого брожения при нахождении измельченной массы корма в герметичных сооружениях (траншея, сенажная башня) или полимерном рукаве. Качество измельчения початков должно отвечать следующим требованиям: в корме должно быть не менее 60% частиц размером до 2 мм, наличие целых (не раздробленных) зерен не допускается. Так как по зоотехническим требованиям в сухом веществе корма должно быть не более 7% клетчатки против 12%, содержащихся главным образом в чочерьяке початка то необходимо соблюдение требуемой пропорции зерна и чочерьяк в общей массе корма. Эту операцию можно проводить и во время уборки, но ее легче организовать при закладке корма. Получать и закладывать исходную массу корнажа можно с помощью дробилок типа ИРМ-15 и др. оборудованных ленточным, скребковым или пневматическим транспортером. Закладка корма должна вестись горизонтальными или наклонными слоями при перемешивании и тщательной трамбовке до плотности 850...960 кг/м³. Темп работы должен обеспечивать заполнение хранилища в течение 4...6 суток. В случае задержки в закладке корнажа не позднее одних суток верхний слой корма на глубину до 40 см должен быть обработан консервантом АИВ-3 «Плюс», АИВ-2000 или 1% раствором пропионовой кислоты. По окончании закладки корнажа он должен быть укрыт полотнищем из полиэтиленовой пленки.

Более технологично вести закладку корнажа в башенные хранилища (сенажные башни) при условии герметизации стен воздухопроницаемость которых должна быть минимальной и не превышать 5