

Шум в кабине гусеничного сельскохозяйственного трактора

Noise in cab of a crawler agricultural tractor

И. Ф. БЕЛЫЙ, канд. техн. наук

И. А. БОГДАНОВА, инж.

Северо-Кавказская государственная
зональная машиноиспытательная станция,
Зерноград, Россия, mis1@mail.ru

I. F. BELYI, PhD in Engineering

I. A. BOGDANOVA, Engineer

North Caucasus Machine-Testing Station,
Zernograd, Russia,
mis1@mail.ru

Условия труда оператора рассматриваются как один из важнейших показателей технического уровня машины и ее конкурентоспособности на рынке сельскохозяйственной техники. В статье представлены результаты измерений уровня шума на рабочем месте оператора по итогам многолетних испытаний гусеничных сельскохозяйственных тракторов общего назначения класса 3. Измерения уровня шума в кабинах тракторов проводились, согласно требованиям государственных стандартов, при выполнении основного вида работ — вспашки стерни после уборки зерновых колосовых культур. Тракторы производства Волгоградского тракторного завода выпуска 1993—2000 годов соответствовали санитарным правилам по устройству тракторов и сельскохозяйственных машин и имели уровень шума 78—80 дБА. Последующая модернизация кабины гусеничного трактора привела к ухудшению комфортности труда по шуму. Уровень шума в кабине трактора "Агромаш-90ТГ 1040А" производства Волгоградского тракторного завода выпуска 2012—2015 годов поднялся до 88—90 дБА. Анализ результатов измерений уровня шума позволил сделать вывод о том, что основной источник шума в модернизированной кабине — выхлопная труба двигателя. Конструкция кабины не обеспечивает защиту оператора от шума двигателя. Кроме того, системы нормализации микроклимата, примененные в кабинах тракторов "Агромаш-90ТГ", не обеспечивают снижение температуры воздуха до комфортной (24—27 градусов Цельсия). По результатам испытаний установлено, что условия труда на новом тракторе не соответствуют требованиям стандартов. Тракторостроителям при организации нового производства гусеничных сельскохозяйственных тракторов необходимо учитывать предыдущий опыт конструкторских разработок Волгоградского тракторного завода и результаты государственных испытаний тракторов.

Ключевые слова: гусеничный трактор; уровень шума; кабина; комфортность труда.

The working conditions of operator are considered as one of the most important indicators of technical level of a machine and its competitiveness in agricultural machinery market. The article presents the measuring data of noise level on operator workplace, based on the results of long-term tests of crawler agricultural tractors of 3 drawbar category for general purposes. Measurements of noise level in tractor cabs were carried out according to the requirements of state standards when performing the main type of works, namely the stubble tillage after harvesting of spiked cereals. Tractors produced by Volgograd tractor plant in 1993—2000 conformed to the sanitary regulations of tractors' and agricultural machines' technology and had the noise level about 78—80 dBA. Subsequent upgrading of crawler tractor's cab led to worsening of work conditions in respect of noise. Noise level in cab of the Agromash-90TG 1040A tractor produced by Volgograd tractor plant in 2012—2015 reached 88—90 dBA. The analysis of the results of measurement of noise levels allows to make a conclusion that the main noise source in upgraded cab is the exhaust tube of engine. The construction of cab does not protect the operator against the noise of engine. Furthermore, the use of microclimate normalization system in cab of the Agromash-90TG tractor does not provide the reduction in air temperature to a comfortable level of 24—27 degrees C. Test results revealed that working conditions on the new tractor do not conform to the requirements of standards. Specialists of tractor industry organizing a new production of crawler agricultural tractors should take into account the previous experience of engineering developments in Volgograd tractor plant and results of state tests of tractors.

Keywords: crawler tractor; noise level; cab; comfort conditions of work.

Введение

Условия труда оператора рассматриваются как один из важнейших показателей технического уровня машины и ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках с.-х. техники. Без создания нормальных условий труда оператора, неразрывно связанных с эффективностью использования машины, трудно реализовать потенциальные возможности, заложенные в ее конструкции.

Цель исследования

Рассмотрим некоторые изменения конструкции гусеничных с.-х. тракторов, влияющие на комфортность условий труда оператора, выявленные в ходе испытаний тракторов на Северо-Кавказской машиноиспытательной станции (МИС).

Материалы и методы

Материалами для проведения анализа комфортности условий труда оператора по шуму послужили результаты многолетних испытаний гусеничных с.-х. тракторов тягового класса 3 общего назначения производства Волгоградского тракторного завода (ВгТЗ).

Приемочные испытания проводились более двадцати лет — начиная с трактора типа ВТ-100 до современного Агромаш-90ТГ (протоколы испытаний Северо-Кавказской МИС № 11-34-94, 11-23-95, 11-46-96, 11-45-96, 11-33-00, 11-71-11, 11-63-12, 11-43-13, 11-46-14, 11-41-15).

Измерения шума на рабочем месте оператора проводились шумомерами ВШВ-003 и "Октава-101АВ" во время вспашки.

Результаты и их обсуждение

В результате первой крупной модернизации базовой модели трактора ДТ-75 с двигателем А-41 мощностью 66 кВт (90 л.с.) был создан трактор ВТ-100. Тракторы моделей ВТ-100Д, ВТ-100Н и ВТ-100РМ выпуска 1996—2000 гг. оснащались двигателями Д-442-24, СМД-20Т и РМ-120.3 эксплуатационной мощностью 88—90 кВт (120 л.с.).

Кабина трактора ВТ-100 (рис. 1, а) обеспечивала комфортные условия труда по шуму. Если в кабине базовой модели ДТ-75 уровень шума на рабочем месте оператора во время выполнения основной энергоемкой операции — вспашки зяби на глубину 25—27 см — со-



Рис. 1. Тракторы производства ВгТЗ:

а — ВТ-100Д с кабиной ВгТЗ (1993 г.); *б* — Агромаш-90ТГ с кабиной ВгТЗ (2010 г.); *в* — Агромаш-90ТГ 1040А с кабиной ВМТЗ (2013 г.)

ставлял 90 дБА, то в кабине нового трактора он был снижен до 78–80 дБА. Кабина трактора ВТ-100 представляла собой жесткую конструкцию, оснащенную спереди и сзади стеклопакетами. Именно применение стеклопакетов в сочетании с тем, что выхлопная труба для выпуска отработавших газов находилась в средней части моторной установки на расстоянии примерно 1 м от переднего стекла кабины, позволило добиться уменьшения шума в кабине до уровня 80 дБА, допустимого по санитарным нормам [1].

В ходе последующей модернизации базовой модели ДТ-75 Концерном "Тракторные заводы" был создан обновленный трактор "Агромаш-90ТГ" с двигателями мощностью 69–75 кВт (94–102 л.с.), при компоновке которого уделялось больше внимания внешнему дизайну (рис. 1, б). Внешний вид трактора стал более эстетичным, воздухозаборную и выхлопную трубы закрепили на стойках кабины. При этом уровень шума в кабине трактора, представленного на испытания в 2010 г., поднялся до 85 дБА.

Впоследствии взамен кабины производства ВгТЗ установили кабину конструкции Владимирского моторотракторного завода (ВМТЗ). После установки новой кабины на тракторах "Агромаш-90ТГ" (рис. 1, в) резко ухудшились условия труда по шуму. Звуковое давление на рабочем месте оператора выросло в 2,5–3 раза, а уровень шума достиг 88–90 дБА, что соответствует уровню двадцатилетней давности (см. таблицу).

Уровень шума в кабинах тракторов "Агромаш-90ТГ" измеряли современным шумомером 1-го класса

"Октава-101АВ" с микрофоном 1/2 дюйма. Для исключения влияния помех испытания проводили в поле.

Источниками шума в кабине трактора во время вспашки служат двигатель, трансмиссия и гусеничный движитель. Для выявления основного источника шума измерение его уровня проведено в разных условиях (рис. 2, 3): во время вспашки зяби трактором "Агромаш-90ТГ" в агрегате с плугом ПЛН-5-35 на глубину 25–27 см при рабочей скорости 7 км/ч; при холостой работе двигателя и номинальной частоте вращения коленчатого вала во время стоянки трактора. Измерения шума проведены напротив переднего стекла кабины и на рабочем месте оператора.

Во время вспашки шум на рабочем месте оператора составил 88 дБА, а на стоянке — 86 дБА при норме не более 80 дБА [2, 3].

Измерения шума напротив переднего стекла кабины проводились на расстоянии 100 мм от него через каждые 200 мм между точками измерений вдоль мест установки выхлопной трубы и воздухозаборника.

В первой точке измерений (левом нижнем углу кабины) уровень шума при работе двигателя на стоянке был ниже, чем шум во время вспашки (см. рис. 2), всего на 1,8 дБА и составил 95,7 дБА. Разница между уровнями шума в точках измерений 2, 3, 4 и 5 также незначительна — от 1,1 до 2,3 дБА.

Со стороны воздухозаборника в зоне, закрытой от звукового давления выхлопа (от правого нижнего угла кабины до линии расположения капота), уровень шума в кабине составил 90,3–85,7 дБА, что ниже в 1,8–3 раза, или на 5–10 дБА в сравнении со стороной, где находится выхлопная труба. Над линией капота уровень шума в кабине со стороны воздухозаборника ниже на 4 дБА, чем со стороны выхлопной трубы.

Результаты измерений наглядно показывают, что повышенный уровень шума в кабине связан с выхлопными газами двигателя.

Анализ конструкций тракторов позволил выявить несколько путей решения задачи снижения шума на рабочем месте оператора: разработка нового эффективного глушителя; экранирование выхлопной трубы от стекла кабины; применение стеклопакетов для остекления передней части кабины; возврат к первоначальному варианту выбора места выхлопного тракта (опыт двадцатилетней давности) и т.д.

В руководстве по эксплуатации трактора "Агромаш-90ТГ" и технических условиях рекомендовано применение

Уровень шума на рабочем месте оператора тракторов тягового класса 3

Модель трактора, заводской номер, год выпуска	Уровень шума, дБА
ВТ-100Д, № I-388, 1993 г.	80
ВТ-100ДП, № 000009, 1994 г.	78
ВТ-100Д, № 66, 1995 г.	78
ВТ-100Н, № 33/30, 1995 г.	79
ВТ-100РМ, № 355, 2000 г.	80
Агромаш-90ТГ 1040А, № 000191, 2010 г.	85
Агромаш-90ТГ 1040М, № 001136, 2012 г.	89
Агромаш-90ТГ 1040А, № 001585, 2013 г.	88
Агромаш-90ТГ 1040А, № 001769, 2014 г.	90
Агромаш-90ТГ 1040А, № 001916, 2015 г.	88

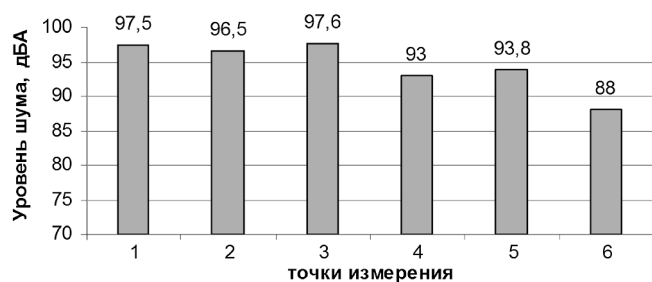


Рис. 2. Уровень шума в кабине трактора "Агромаш-90ТГ" при вспашке:

1—5 — точки измерения шума напротив переднего стекла кабины со стороны выхлопной трубы; 6 — на рабочем месте оператора и на стоянке трактора во время работы двигателя на холостом ходу

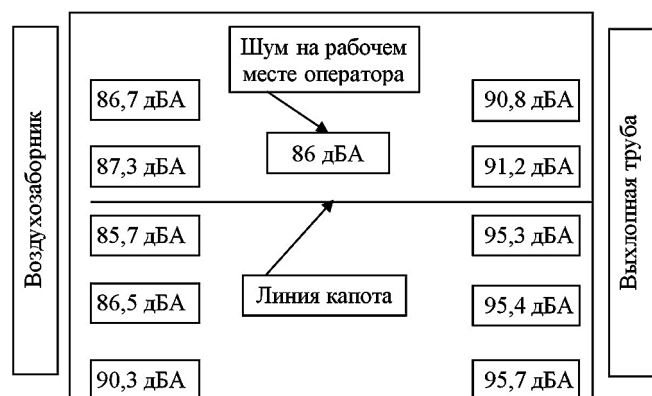


Рис. 3. Уровень шума в кабине трактора "Агромаш-90ТГ 1040А" со стороны переднего стекла на стоянке

ние индивидуальных средств защиты для обеспечения нормальных условий труда по шуму. На рынке представлено множество эффективных конструкций индивидуальных средств защиты, например противошумные наушники, позволяющие снизить уровень шума на 27 дБА. Однако эта рекомендация не выполняется механизаторами по следующим причинам:

1) при использовании наушников оператор не способен различать частотные составляющие шума от работы машинно-тракторного агрегата, что не позволяет ему во время выполнения полевых работ заметить появление каких-либо нехарактерных звуков и вовремя остановить трактор для предотвращения или устранения отказа;

2) при эксплуатации в климатических условиях большинства сельскохозяйственных районов страны в летний и осенний периоды при температуре окружающего воздуха выше 32 °С использование противошумных наушников проблематично из-за высокой температуры в кабине, так как вызывает дискомфорт у оператора.

Системы нормализации микроклимата, примененные в кабинах тракторов "Агромаш-90ТГ", не обеспечивают снижение температуры воздуха до комфортной (24—27 °С) [4]. Отклонение от комфортных условий труда ухудшает физическое и моральное состояние оператора машины, влияет на его работоспособность.

Температура воздуха в кабине гусеничного трактора "Агромаш-90ТГ", оборудованной вентиляционной ус-

тановкой, достигает 42 °С [5] при температуре окружающего воздуха 32 °С, что не соответствует требованиям ГОСТа.

Эффект от установки системы кондиционирования незначителен: температура воздуха в кабине не снижается до комфортного уровня и находится в пределах температуры окружающего воздуха 32 °С [6], тогда как по требованиям ГОСТа она не должна превышать 27 °С.

По результатам испытаний установлено, что конструкция кабины гусеничного трактора "Агромаш-90ТГ" не обеспечивает комфортные условия работы механизатора.

Несмотря на это, гусеничный трактор общего назначения тягового класса 3 имеет ряд преимуществ в сравнении с колесной техникой того же класса и пользуется спросом у мелких и средних с.-х. товаропроизводителей. При проведении ранних весенних работ применение гусеничного трактора целесообразно в связи с меньшим удельным давлением на почву, а на других полевых работах — с меньшим удельным расходом топлива благодаря высокому тяговому КПД.

Вывод

Концерну "Тракторные заводы" при организации нового производства гусеничного с.-х. трактора тягового класса 3 общего назначения необходимо учесть предыдущий опыт конструкторских разработок ВгТЗ и результаты государственных испытаний тракторов.

Литература и источники

- СП 4282—87. Санитарные правила по устройству тракторов и сельскохозяйственных машин. М.: Минздрав СССР, 1987. 9 с.
- СН 2.2.4/2.1.8.562—96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные нормы. М.: Минздрав России, 1997. 20 с.
- ГОСТ 12.1.003—2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2015. 23 с.
- ГОСТ ИСО 14269-2—2003. Тракторы и самоходные машины для сельскохозяйственных работ и лесоводства. Окружающая среда рабочего места оператора. Ч. 2. Метод испытаний и характеристики систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стандартинформ, 2006. 7 с.
- Протокол испытаний № 11-46—14. Зерноград: Северо-Кавказская МИС, 2014. 61 с.
- Протокол испытаний № 11-41—15. Зерноград: Северо-Кавказская МИС, 2015. 52 с.

References

- SP 4282—87. Sanitary regulations for construction of tractors and agricultural machinery. Moscow, Ministry of Healthcare of the USSR, 1987, 9 p.
- SN 2.2.4/2.1.8.562—96. Noise in workplaces, residential and public buildings and residential areas: Sanitary norms. Moscow, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 1997, 20 p.
- GOST 12.1.003—2014. Occupational safety standards system. Noise. General safety requirements. Moscow, Standartinform Publ., 2015, 23 p.
- GOST ISO 14269-2—2003. Tractors and self-propelled machines for agriculture and forestry. Operator enclosure environment. Part 2. Heating, ventilation and air-conditioning test method and performance. Moscow, Standartinform Publ., 2006, 7 p.
- Protokol ispytaniy no. 11-46—14 [Test report no. 11-46—14]. Zernograd, North Caucasus Machine-Testing Station, 2014, 61 p.
- Protokol ispytaniy no. 11-41—15 [Test report no. 11-41—15]. Zernograd, North Caucasus Machine-Testing Station, 2015, 52 p.