

УДК 631.372

СНИЖЕНИЕ ВИБРАЦИИ ПРИ УЛУЧШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРА

Лиханов В.А., доктор технических наук, профессор
E-mail: lihanov.va@mail.ru

Анфилатов А.А., кандидат технических наук, доцент
E-mail: anfilatov001@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Вятский государственный агротехнологический университет»
г. Киров, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследований по изучению влияния применения воды и углеводородного активатора на впуске для снижения выбросов оксидов азота и оксида углерода с отработавшими газами на уровень вибрации на рабочем месте тракториста при работе трактора Т-25А с дизелем Д-21А1 с улучшенными экологическими показателями.

На основании проведенных исследований установлена возможность снижения вибрации на рабочем месте тракториста за счет снижения «жесткости» работы дизеля при использовании инженерно-технических средств охраны труда и окружающей среды, что улучшает условия его труда.

Ключевые слова: трактор, тракторный дизель, отработавшие газы, токсичность, оксиды азота, оксид углерода, рабочее место, вода, углеводородный активатор, вибрация, осциллограф, измеритель шума, виброскорость.

VIBRATION REDUCTION WHILE IMPROVING THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF THE TRACTOR

Likhanov V.A., doctor of technical sciences, professor
E-mail: lihanov.va@mail.ru

Anfilatov A.A., candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: anfilatov001@mail.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Vyatka State Agrotechnological University», Kirov, Russia

Annotation. The article presents the results of studying the effect of using water and a hydrocarbon activator at the intake in order to reduce emissions of nitrogen oxides and carbon monoxide with exhaust gases on the vibration level at the tractor driver's workplace when working with a tractor T-25A diesel D-21A1 with improved environmental performance. Based on the conducted research, the authors have established the possibility of reducing vibration at the tractor driver's workplace by



reducing the diesel engine "rigidity" when using engineering and technical means of labor protection and the environment, which improves his working conditions.

Keywords: tractor, tractor diesel, exhaust gases, toxicity, nitrogen oxides, carbon monoxide, workplace, water, hydrocarbon activator, vibration, oscilloscope, noise-measuring meter, vibration velocity.

В Вятском государственном агротехнологическом университете (Вятский ГАТУ) на базе кафедры тепловых двигателей, автомобилей и тракторов были проведены работы по разработке и исследованию инженерно-технических средств охраны труда и окружающей среды (ИТС) на тракторах класса 6 кН. В качестве инженерно-технических средств использовались углеводородный активатор и вода. Подача углеводородного активатора и воды во впускной трубопровод с помощью карбюратора для дизеля Д-21А1 позволила в значительной степени снизить содержание в отработавших газах (ОГ) оксидов азота.

Для определения влияния инженерно-технических средств охраны труда и окружающей среды дизелей Д-21А1 тракторов Т-25А класса 6кН на уровень вибрации на рабочем месте тракториста были проведены эксплуатационные испытания трактора Т-25А [1].

При проведении на кафедре тепловых двигателей, автомобилей и тракторов стендовых испытаний [2] дизеля Д-21А1 с подачей углеводородного активатора и воды во впускной трубопровод с помощью карбюратора было проведено индицирование дизеля на различных нагрузочных и скоростных режимах. Обработка индикаторных диаграмм осуществлялась с помощью ПЭВМ. Результаты анализа индикаторных диаграмм показали, что при подаче углеводородного активатора на впуске при оптимальных количествах снижается «жесткость» $(dP/d\varphi)_{\max}$ работы дизеля. Так, если при частоте вращения коленчатого вала 1800 мин^{-1} значение $(dP/d\varphi)_{\max} = 0,532 \text{ МПа/град}$ при работе на дизельном топливе, то при подаче углеводородного активатора значение «жесткости» $(dP/d\varphi)_{\max} = 0,489 \text{ МПа/град}$, т.е. снижение составляет 8,7%. Для



частоты вращения 2000 мин^{-1} и при работе по дизельному процессу $(dP/d\varphi)_{\max} = 0,427 \text{ МПа/град}$, при подаче углеводородного активатора $(dP/d\varphi)_{\max} = 0,374 \text{ МПа/град}$, т. е. снижение составляет 14,4%. Это объясняется тем, что при подаче углеводородного активатора на впуске горение в цилиндре дизеля происходит более плавно по сравнению с горением на дизельном топливе, а угол, соответствующий периоду задержки воспламенения, снижается на всех скоростных режимах. Снижение «жесткости» работы дизеля наблюдается также и при подаче воды на впуске.

Снижение «жесткости» работы дизеля положительно влияет на сокращение уровня вибрации на рабочем месте тракториста, что улучшает условия его труда.

С целью экспериментальной проверки влияния подачи углеводородного активатора и воды на впуске дизеля Д-21А1 на уровень вибрации на рабочем месте тракториста при работе на тракторе Т-25А были проведены эксплуатационные исследования.

Методика исследований проводилась согласно ГОСТ 7057-73 [3].

Параметры высокочастотных колебаний измерялись в двух взаимно перпендикулярных направлениях: вертикальном и поперечном [4, 5, 6]. После определения направления наибольшего общего уровня измерения колебаний проводились только в этом направлении в октавных полосах. В качестве точек измерения были выбраны: рулевое колесо, сиденье тракториста, пол площадки тракториста. Аппаратура для измерения параметров вибрации состояла из измерителя шума и вибрации ИШВ-1 и осциллографа С1-68.

Влияние подачи углеводородного активатора и воды на впуске дизеля Д-21А1 на уровень виброскорости на рулевом колесе трактора Т-25А при частоте вращения 1800 мин^{-1} в октавных полосах представлено на рисунке 1.

Подача углеводородного активатора и воды на впуске дизеля практически снижает уровень виброскорости во всем исследуемом диапазоне.



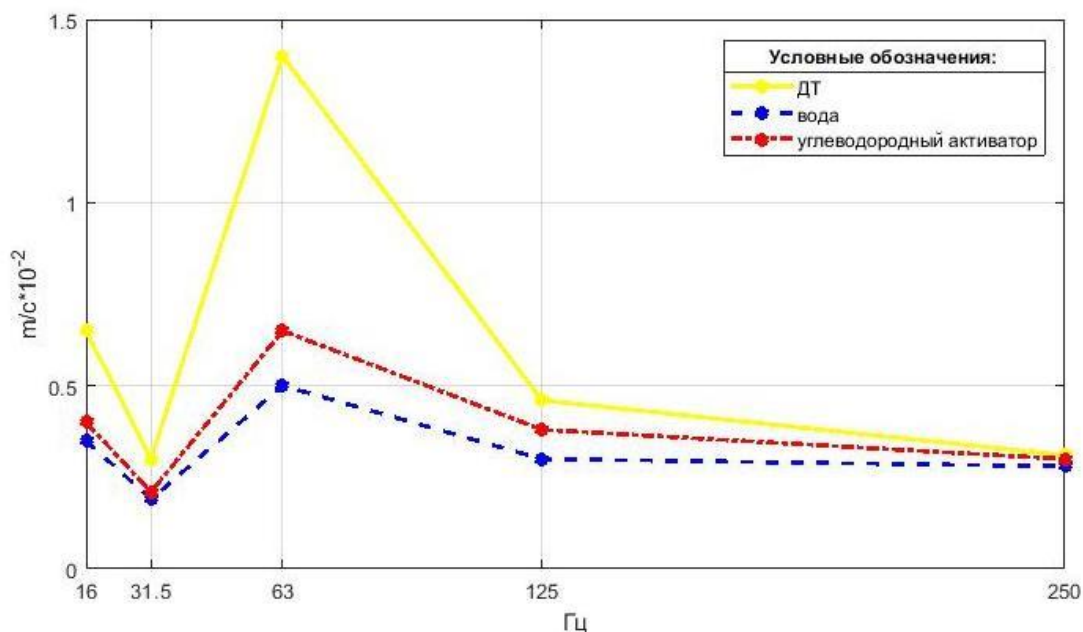


Рисунок 1 – Влияние подачи углеводородного активатора и воды на впуске дизеля Д-21А1 на уровень виброскорости на рулевом колесе трактора Т-25А при частоте вращения 1800 мин^{-1}

Наибольшие значения виброскорости на рулевом колесе при работе дизеля Д-21А1 с на дизельном топливе, дизельном топливе с подачей воды во впускной трубопровод, дизельном топливе с подачей углеводородного активатора с помощью карбюратора наблюдаются для октавной полосы со среднегеометрической частотой 63 Гц.

Максимальное значение виброскорости при работе дизеля Д-21А1 на дизельном топливе на рулевом колесе составляет $1,4 \times 10^{-2} \text{ м/с}$. При работе дизеля Д-21А1 на дизельном топливе с подачей воды во впускной трубопровод для этой же частоты максимальное значение виброскорости составляет на рулевом колесе $0,7 \times 10^{-2} \text{ м/с}$. При работе на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске максимальное значение виброскорости на рулевом колесе $0,5 \times 10^{-2} \text{ м/с}$.



Влияние подачи углеводородного активатора и воды на впуске дизеля Д-21А1 на уровень виброскорости на сиденье тракториста трактора Т-25А при частоте вращения 1800 мин^{-1} в октавных полосах представлено на рисунке 2.

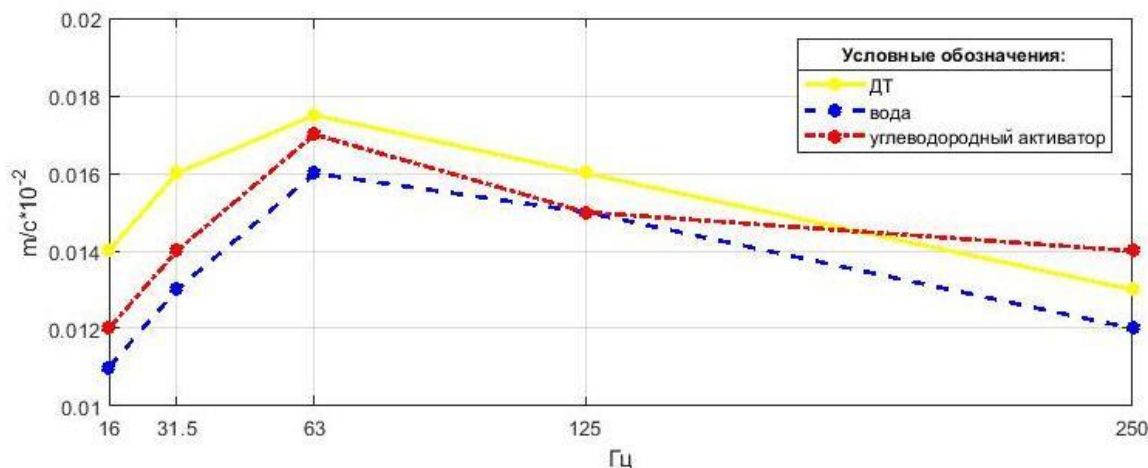


Рисунок 2 – Влияние подачи углеводородного активатора и воды на впуске дизеля Д-21А1 на уровень виброскорости на сиденье трактора Т-25А при частоте вращения 1800 мин^{-1}

Подача углеводородного активатора и воды на впуске дизеля практически снижает уровень виброскорости во всем исследуемом диапазоне, кроме октавной полосы со среднегеометрической частотой 250 Гц.

Наибольшие значения виброскорости на сиденье тракториста при работе дизеля Д-21А1 с на дизельном топливе, дизельном топливе с подачей воды во впускной трубопровод, дизельном топливе с подачей углеводородного активатора с помощью карбюратора наблюдаются также для октавной полосы со среднегеометрической частотой 63 Гц.

Максимальное значение виброскорости при работе дизеля Д-21А1 на дизельном топливе на сиденье тракториста составляет $0,0175 \times 10^{-2} \text{ м/с}$. При работе дизеля Д-21А1 на дизельном топливе с подачей воды во впускной



трубопровод для этой же частоты максимальное значение виброскорости составляет на сиденье тракториста $0,016 \times 10^{-2}$ м/с. При работе на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске максимальное значение виброскорости на сиденье тракториста – $0,017 \times 10^{-2}$ м/с.

Влияние подачи углеводородного активатора и воды на впуске дизеля Д-21А1 на уровень виброскорости на полу площадки тракториста трактора Т-25А при частоте вращения 1800 мин^{-1} в октавных полосах представлено на рисунке 3.

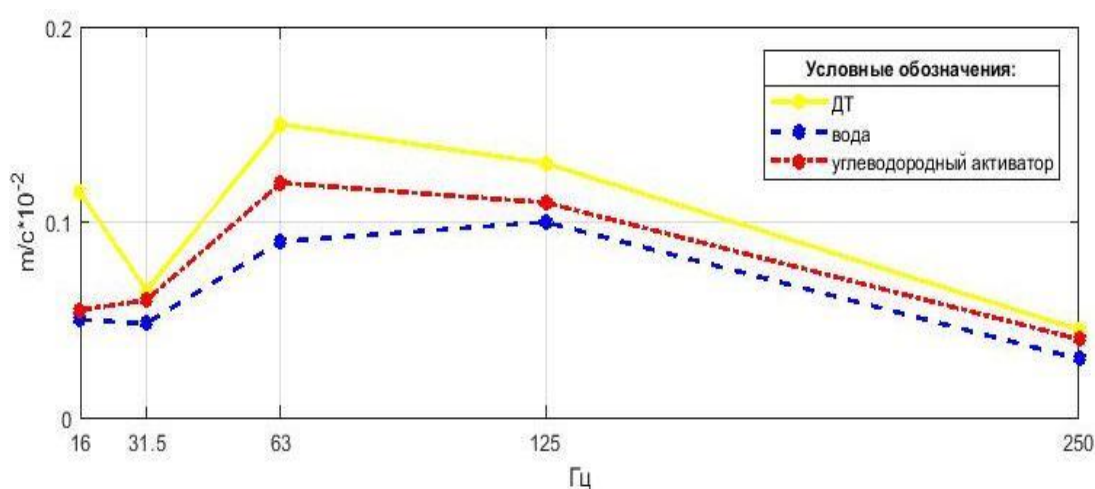


Рисунок 3 – Влияние подачи углеводородного активатора и воды на впуске дизеля Д-21А1 на уровень виброскорости на полу площадки тракториста трактора Т-25А при частоте вращения 1800 мин^{-1}

Наибольшие значения виброскорости на полу площадки тракториста при работе дизеля Д-21А1 с на дизельном топливе, дизельном топливе с подачей углеводородного активатора с помощью карбюратора наблюдаются также для октавной полосы со среднегеометрической частотой 63 Гц. При работе на дизельном топливе с подачей воды во впускной трубопровод наибольшие



значения виброскорости на полу площадки тракториста наблюдаются для октавной полосы со среднегеометрической частотой 125 Гц.

Максимальное значение виброскорости при работе дизеля Д-21А1 на дизельном топливе на полу площадки тракториста составляет $0,15 \times 10^{-2}$ м/с. При работе дизеля Д-21А1 на дизельном топливе с подачей воды во впускной трубопровод для этой же частоты максимальное значение виброскорости на полу площадки тракториста – $0,1 \times 10^{-2}$ м/с для октавной полосы со среднегеометрической частотой 125 Гц. При работе на дизельном топливе с подачей углеводородного активатора на впуске максимальное значение виброскорости составляет $0,12 \times 10^{-2}$ м/с на полу площадки тракториста.

Допустимые значения виброскорости для частоты 63 Гц (ГОСТ 12.2.002.74) составляют на рулевом колесе $2,0 \times 10^{-2}$ м/с, на сиденье тракториста – $1,1 \times 10^{-2}$ м/с, на полу площадки водителя – $1,1 \times 10^{-2}$ м/с.

Снижение максимального уровня виброскорости при работе на дизельном топливе и подаче углеводородного активатора и воды на впуске дизеля Д-21А1 трактора Т-25А составляет для частоты 63 Гц и частоты вращения коленчатого вала дизеля 1800 мин^{-1} на рулевом колесе: при подаче воды – $0,7 \times 10^{-2}$ м/с, при подаче углеводородного активатора – $0,9 \times 10^{-2}$ м/с; на сиденье тракториста снижение составляет при подаче воды – $0,0015 \times 10^{-2}$ м/с, при подаче углеводородного активатора – $0,001 \times 10^{-2}$ м/с; на полу площадки тракториста при подаче воды – $0,06 \times 10^{-2}$ м/с и при подаче углеводородного активатора $0,03 \times 10^{-2}$ м/с соответственно.

Наиболее эффективно снижение уровня виброскорости наблюдается на рулевом колесе (локальная вибрация).

Подача углеводородного активатора и воды во впускной трубопровод дизеля Д-21А1, кроме снижения токсичных компонентов в ОГ дизеля, в достаточной степени снижает уровень виброскорости трактора Т-25А.



Выводы. За счет снижения «жесткости» работы дизеля Д-21А1 на дизельном топливе с подачей воды во впускной трубопровод, дизельном топливе с подачей углеводородного активатора с помощью карбюратора наблюдается снижение уровня виброскорости для октавной полосы со среднегеометрической частотой 63 Гц и частоте вращения коленчатого вала дизеля 1800 мин⁻¹. Наибольшие значения снижения виброскорости достигаются на рулевом колесе трактора.

Список источников

1. Лиханов В. А., Сайкин А. М. Снижение токсичности автотракторных дизелей : монография. М. : Агропромиздат, 1991. 208 с.
2. Study of indicators of the working process of tractor diesel when working on ethanol and rapeseed oil / V. A. Likhanov, O. P. Lopatin, A. S. Yurlov, N. S. Anfilatova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 839. 2021. 052054.
3. ГОСТ 7057-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 27 мая 2002 г. № 206-ст : дата введения 2023-01-01. М. : Стандартинформ, 2008. 49 с.
4. ГОСТ 31193-2004 (ЕН 1032:2003). Вибрация. Определение параметров вибрационной характеристики самоходных машин. Общие требования : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2007 г. № 357-ст : введен впервые : дата введения 2008-07-01. М. : Стандартинформ, 2008. 24 с.
5. ГОСТ 31323-2006 (ИСО 5008:2002). Вибрация. Определение параметров вибрационной характеристики самоходных машин. Тракторы



сельскохозяйственные колесные и машины для полевых работ :
межгосударственный стандарт : издание официальное : введен в действие
Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и
метрологии от 17 декабря 2007 г. № 372-ст : дата введения 2008-07-01. М.
: Стандартинформ, 2008. 20 с.

6. ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997). Вибрация и удар. Измерение
общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие
требования : межгосударственный стандарт : издание официальное :
введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии от 12 декабря 2007 г. № 357-ст : введен
впервые : дата введения 2008-07-01. М. : Стандартинформ, 2008. 24 с.

