

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Д. О. Олейник

*ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева», г. Рязань, Российская Федерация*

Аннотация. Описано техническое решение, позволяющее реализовать предиктивный подход к оценке образования вредных веществ в режиме реального времени и их адаптивной нейтрализации с применением цифровизованной системы оценки и прогнозирования выброса компонентов отработавших газов при выполнении сельскохозяйственных механизированных работ в режиме реального времени.

Ключевые слова: отработавшие газы, токсичность, дымность, дизельный двигатель, нейтрализатор, оксид углерода, окислы азота, углеводороды, сажа, цифровизованная система.

IMPROVING ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE OPERA- TION OF TRACTORS USING DIGITAL TECHNOLOGIES

A. V. Shemyakin, S. N. Borychev, D. O. Oleinik

*Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan,
Russian Federation*

Abstract. A technical solution is described that allows implementing a predictive approach to assessing the formation of harmful substances in real time and their adaptive neutralization using a digitalized system for estimating and predicting the emission of exhaust gas components when performing agricultural mechanized work in real time.

Keywords: exhaust gases, toxicity, smokiness, diesel engine, neutralizer, carbon monoxide, nitrogen oxides, hydrocarbons, soot, digitalized system.

В условиях современного агропромышленного комплекса практически все сельхозтоваропроизводители имеют смешанный парк техники, включающий гарантийные и не гарантийные отечественные и импортные трактора, комбайны, самоходные шасси, как новые, так и вторичного рынка. Во многих хозяйствах

значительную часть парка машин составляет устаревшая отечественная техника, давно выработавшая свой технический ресурс.

Для поддержания машинно-тракторного парка в актуальном состоянии он должен обновляться на 13 % в год, в реальности процент обновления примерно в три раза ниже, такими темпами обновить машинно-тракторный парк хозяйств пока не представляется возможным. Необходимо разрабатывать мероприятия по эффективной производственной и технической эксплуатации имеющихся в хозяйствах отечественных машин с вышедшими нормативными сроками амортизации и эксплуатации с учетом современных нормативных требований, в том числе в области экологической безопасности, т.к. в те времена, когда упомянутая выше техника была выпущена, ещё не существовало жестких экологических нормативов, таких как Stage, Tier, Euro и все вопросы безопасной эксплуатации сводились к обеспечению приемлемых условий труда персонала при работе в помещениях ограниченного объема и воздухообмена сельхозназначения (теплицы, склады, и пр.), т.е. минимизации содержания того или иного компонента в атмосфере рабочей зоны.

Множество производственных процессов, технологических и транспортных операций в сельскохозяйственном производстве выполняются с применением энергетических средств и самоходных машин, оснащенных дизельными двигателями внутреннего сгорания - тепловыми машинами, обязательным элементом функционирования которых является образование отработавших газов (ОГ).

По уровню потребления топлива, выбросов в атмосферу и общей мощности двигателей сельско- и лесохозяйственные машины занимают второе место после автомобильного транспорта и значительно опережают железнодорожный транспорт, речной флот, дорожно-строительные машины и даже авиацию [1].

ОГ дизельных двигателей - это сложная по составу многокомпонентная аэродисперсная система, состоящая из газовой среды, в которой взвешены твердые и жидкие частицы [2]. ОГ содержат более 1000 различных веществ, из которых порядка 400 являются вредными веществами, оказывающими токсичное воздействие на окружающую среду [3], опасными для здоровья персонала [1], а также сельскохозяйственных животных и культур [4].

Вредные вещества, оказывающие токсичное действие на окружающую среду, персонал, сельскохозяйственных животных и культуры можно разделить на группы, по характеру их воздействия: токсичные вещества - окись углерода, оксиды азота, углеводороды, альдегиды, оксиды серы, сероводород и др., канцерогенные вещества - бенз-а-пирен и ряд других углеводородов, вещества удушающего действия - диоксид углерода. Следует выделить также «векторы» - дисперсные частицы способные абсорбировать и транспортировать молекулы токсичных и канцерогенных веществ [4]. По объему на 99,00.. 99,98 % ОГ состоят из продуктов полного сгорания топлива и на 0,02...1,00 % из токсичных и канцерогенных компонентов [4].

В Рязанском государственном агротехнологическом университете более 30 лет существует научное направление, занимающееся разработкой технологий и средств для очистки отработавших газов дизельных двигателей, основанных на различных технических принципах.



Рисунок 1 - Навигационно-связное устройство (слева) и устройство для очистки отработавших газов (справа)

Повышение эффективности очистки отработавших газов от дизельного двигателя сельскохозяйственной техники в условиях эксплуатации возможно путем реализации технологических и технических решений, обеспечивающих предиктивный подход к оценке образования вредных веществ в режиме реального времени и их адаптивной нейтрализации с применением цифровизованной системы оценки и прогнозирования выброса компонентов отработавших газов при выполнении сельскохозяйственных механизированных работ в режиме реального времени, в основе которой

лежит разработанная адаптивная модель расчета объемного, массового и удельного состава токсичных компонентов отработавших газов [5, 6].

Предлагается дооборудовать мобильное энергетическое средство навигационно-связным устройством (созданным в рамках научно-технического проекта совместно с Министерством промышленности, инновационных и информационных технологий Рязанской области [7]) дополненным датчиком расхода топлива Eurosens Direct PN 100 и устройством для очистки отработавших газов (Патенты №204359 [8], RU 83292U1, 27.05.2009, RU 86665 U1, RU 77353 U1) Навигационно-связное устройство имеет аккаунт в телематической системе спутникового контроля и мониторинга, а полученные данные обрабатываются «Программой для расчета выброса компонентов отработавших газов».

Различные варианты оценивания экономического эффекта, основанные на оценке снижения общего ущерба здоровью персонала сельскохозяйственного предприятия, сельскохозяйственным животным, сельскохозяйственным культурам, экономии на оплате экологических пошлин и пр. демонстрируют, что внедрение подобных решений дает положительный экономический эффект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета / Р. М. Баширов. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - ISBN 978-5-507-45777-9. - 336 с.
2. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. - М. : Энергия, 1974.- 478 с.
3. ГОСТ 17.2.2.07-2000. Атмосфера. Поршневые двигатели внутреннего сгорания для малогабаритных тракторов и средств малой механизации. Нормы и методы измерения выбросов вредных веществ с отработавшими газами и дымности отработавших газов: государственный стандарт Российской Федерации : введен впервые : дата введения 2001-07-01 / Госстандарт России. - М. : Изд-во стандартов, 2000. - II, 9 с.
4. Method and device for reducing the toxicity of diesel engine exhaust gases / D.O. Oleynik, N.V.Byshov, A.V.Nelidkin [and other] //International Journal of Engineering and Technology (UAE). - 2018. - Т. 7. - № 4.36. - С. 920-928.
5. Дидманидзе, О. Н. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра / О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, Е. П. Парлюк // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2020. - Т. 21, № 1.- С. 74-85.

6. Дидманидзе, О. Н. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра / О. Н. Дидманидзе, С. Н. Девянин, Е. П. Парлюк // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2020. - Т. 21, № 1.- С. 74-85.

7. Разработка опытного образца бортового навигационно-связного устройства на платформе ГЛОНАСС / Д.О. Олейник, В.В. Елистратов, Якунин Ю.В. [и др.] // Научный журнал «Современные проблемы науки и образования». - 2014. -№6.- С. 335.

8. Пат. RU 204359 Российская Федерация, F01N 3/02. Устройство для очистки отработавших газов двигателей внутреннего сгорания: № 2020143035: заявл. 2020.12.24 : опубл. 2021.05.21 / Бышов Николай Владимирович (RU), Олейник Дмитрий Олегович (RU), Нелидкин Александр Вячеславович (RU); Патентообладатели: ФГБОУ ВО РГАТУ (RU). -6 с.

Об авторах:

Шемякин Александр Владимирович, ректор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» (390044, Российская Федерация, Рязанская область, Рязань, ул. Костычева, д. 1), доктор технических наук, профессор.

Борычев Сергей Николаевич, первый проректор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» (390044, Российская Федерация, Рязанская область, Рязань, ул. Костычева, д. 1), доктор технических наук, профессор.

Олейник Дмитрий Олегович, заместитель декана ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» (390044, Российская Федерация, Рязанская область, Рязань, ул. Костычева, д. 1), кандидат технических наук, доцент.

About the authors:

Alexander V. Shemyakin, Rector of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev (390044, Russian Federation, Ryazan Region, Ryazan city, Kostycheva str., 1), D.Sc. (Engineering), Professor.

Sergey N. Borychev, The first vice-rector of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev (390044, Russian Federation, Ryazan region, Ryazan city, Kostycheva str., 1), D.Sc. (Engineering), Professor.

Dmitry O. Oleinik, Deputy Dean of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev (390044, Russian Federation, Ryazan region, Ryazan city, Kostycheva str., 1), Cand.Sc. (Engineering), Associate Professor.