

ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВ- КИ АД-100 С ДВИГАТЕЛЕМ ЯМЗ 238

С. А. Сорокин, В. Л. Чумаков

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
(г. Москва, Российская Федерация)*

***Аннотация.** Рассматриваются проблемы улучшения экологических характеристик стационарных дизель-генераторных установок. Отмечается необходимость комплексного решения проблемы воздействием на рабочий процесс дизеля и дополнительных мер подавления вредных веществ в системах нейтрализации отработавших газов.*

***Ключевые слова:** дизель-генератор; токсичность; рабочий процесс дизеля; системы нейтрализации; комплекс мер.*

POSSIBILITIES FOR IMPROVING THE ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF A DIESEL GENERATOR UNIT AD-100 WITH YAMZ 238 ENGINE

S. A. Sorokin, V. L. Chumakov

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
(Moscow, Russian Federation)*

***Abstract.** The article deals with the problems of improving the ecological characteristics of stationary diesel generator sets. The need for a comprehensive solution to the problem by affecting the working process of a diesel engine and additional measures to suppress harmful substances in exhaust gas neutralization systems is noted.*

***Keywords:** diesel generator; toxicity; diesel working process; neutralization systems; set of measures.*

На сегодняшний день дизельный двигатель получил широкое распространение не только в транспортных и транспортно-технологических машинах, но и в сфере основного или резервного электроснабжения. С помощью дизельного генератора можно преобразовать механическую энергию вращения вала двигателя в

электрическую энергию. Именно поэтому очень часто такие установки используют в качестве основного источника в случаях полного отсутствия централизованной сети энергоснабжения, и в качестве резервного – в случаях наличия централизованной сети, но функционирующей со сбоями в работе [1].

Однако же, одной из главных проблем использования дизельного генератора является его низкий уровень экологичности, так как дизельный генератор не является транспортным средством, на него не распространяются нормы Евро и многие производители полностью игнорируют систему очистки отработавших газов двигателя, что в свою очередь ведет к серьезным проблемам экологического состояния окружающей среды [2].

В данной статье представлен анализ возможностей по комплексной модернизации дизельного двигателя с целью повышения экологических показателей в сфере дизельных генераторов.

К сожалению, на сегодняшний день нет одного универсального способа повышения экологичности дизельных двигателей, поэтому необходимо использовать комплекс из разных методов очистки отработавших газов.

Для разработки комплексной модернизации в качестве базовой установки, будет использоваться ДГУ серии АД-100 с двигателем ЯМЗ 238.

Одной из основных проблем двигателя ЯМЗ 238 в целом, давний срок разработки конструкции двигателя, его исходную ориентировку на обеспечение высоких мощностных и экономических показателей. В частности, это особенно касается конструкции цилиндропоршневой группы и системы питания, определяющих качество процессов смесеобразования и сгорания, а значит и формирования токсичных компонентов отработавших газов.

Устаревшая механическая топливная система, рассчитанная на типовой характер закона подачи топлива, давления впрыска, форма камеры сгорания, тип форсунки автоматически определяют законы смесеобразования, то есть распределение топлива по камере сгорания и температурные зоны в камере сгорания, что влияет на полноту сгорания (или, наоборот, не догорания) топлива, и условия образования основных токсичных компонентов – окиси углерода, углеводородов, и, особенно, оксидов азота и

твердых частиц. То есть, причины, не позволяющие достичь приемлемого уровня экологичности [4, 5].

Поэтому в первую очередь предлагается заменить механический ТНВД на современную электронную систему впрыска топлива (Common Rail), работа которой основана на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления – топливной рампы.

Пожалуй, наиболее сложный вопрос в «экологичности» дизеля – это проблемы высоких выбросов оксидов азота, образующихся при высокой температуре и наличии избыточного кислорода. Многие исследователи указывают на целесообразность подавления образования оксидов азота в цилиндре двигателя за счет рециркуляции отработавших газов. То есть, системы частичного, до 15 %, возврата отработавших газов во впускную систему.

Клапан EGR, который является основой всей системы, позволяет части сгоревших отработавших газов вернуться обратно во впускной коллектор в необходимом количестве, и смешаться со свежим зарядом воздуха. В таком случае снижается доля свободного кислорода, что в свою очередь, приводит к снижению температуры и скорости сгорания топлива, следовательно, ухудшается условие образования оксида азота [8].

При снижении температур заряда может возрасти выброс оксида углерода, сажи и альдегидов, для устранения которых потребуется внедрить дополнительные системы очистки (например, каталитический нейтрализатор). Каталитический нейтрализатор – это устройство, в состав которого входит массивный керамический блок с мелкими сотами, на стенки которого наносят драгоценные металлы - сплав иридия и платины, а также родия и палладия. Принцип его работы основан на химической реакции, который окисляет вредные оксиды углерода и углеводорода до безобидных продуктов, таких как углекислый газ и водяной пар.

Среди наиболее эффективных разработок нейтрализаторов, для обеспечения требований норм на токсичность ЕВРО 5, 6, следует назвать применение системы избирательной каталитической нейтрализации (SCR – Selective Catalytic Reduction) [6].

Название системы свидетельствует о том, что нейтрализация токсичных компонентов отработавших газов происходит поэтапно, и избирательно. Нейтрализация наиболее токсичного

компонента – оксидов азота осуществляется с помощью восстановительного реагента, который подается в выхлопную трубу перед каталитическим нейтрализатором. В качестве реагента используется 32,5 % раствор мочевины, который имеет торговое название AdBlue.

Работа системы избирательной каталитической нейтрализации осуществляется следующим образом: впрыскиваемая форсункой мочевина подхватывается потоком отработавших газов, перемешивается и испаряется с помощью смесителя. На участке до восстановительного катализатора мочевина распадается на аммиак и углекислый газ. В катализаторе аммиак вступает в реакцию с оксидами азота, в результате которой образуются безопасные азот и вода.

Еще один обязательный элемент повышения «экологичности» дизеля – применение сажевого фильтра (PDF – Diesel Particulate Filter). Задача сажевого фильтра заключается в устранении сажевых частиц в отработавших газах. Применение такого фильтра позволяет снизить количество сажи до 99,9 %.

Углерод, как основной компонент твердых частиц (сажи) не является токсичным компонентом. Но, на своей поверхности он выносит с отработавшими газами вредные компоненты, наиболее токсичным из которых является бенз- α -пирен, вызывающий раковые заболевания.

Основным элементом фильтра является матрица, которая изготавливается из керамики. Матрица имеет ячеистую структуру, которая состоит из каналов малого сечения. Поперечные стенки таких каналов имеют пористую структуру и выполняют роль фильтра.

Во время фильтрации происходит захват частиц и оседание их на стенках фильтра.

Наконец, применительно к специфичным локальным зонам дизель-генераторной установки – на газовых магистралях, нефтегазо добывающих установках, фермерских животноводческих хозяйствах целесообразно рассмотреть возможности применения соответствующих альтернативных топлив [7]. Использование альтернативных топлив, включая и возобновляемые источники открывают новые возможности улучшения экологических характеристик двигателей, и стационарных установок на их базе [8].

Выводы:

1. Проведенный анализ показывает, что единственным способом достижения допустимой нормы экологичности для дизельного генератора является разработка комплекса из разных методов очистки выхлопных газов.

2. Совершенствование экологических показателей установки ДГУ серии АД-100 с двигателем ЯМЗ 238 должно включать модернизацию непосредственно двигателя и специальные меры по нейтрализации отработавших газов на выпуске.

3. Модернизация установки ДГУ серии АД-100 с двигателем ЯМЗ 238 должна сопровождаться экономическим анализом эффективности предлагаемых решений. Так как использование такого комплекса ведет к большим денежным затратам, внедрению новых узлов, снижению мощностных показателей двигателя, использованию дополнительных расходных материалов, а также к дополнительному техническому обслуживанию агрегата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Потапов В. И., Галиуллин Р. Р. Повышение эффективности работы автономных дизель-генераторных установок в технологических процессах АПК // В сб.: Актуальные проблемы энергообеспечения предприятий. 2016. С. 104-110.

2. Кутенев В. Ф., Сайкин А. М., Загарин Д. А. Экологические и эргономические проблемы конструкции автотранспортных средств. // Журнал автомобильных инженеров. 2010. № 1 (60). С. 46-50.

3. Марков В. А., Девянин С. Н., Маркова В. В. Оценка экологической безопасности силовых установок с дизельными двигателями // Безопасность в техносфере. 2014. Т. 3. № 2. С. 23-32.

4. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine // В сб.: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 52089.

5. Улучшение показателей дизеля путем совершенствования процессов топливоподачи и воздухоснабжения / С. Н. Девянин, В. А. Марков, А. В. Микитенко, А. В. Тихонов // Грузовик. 2005. № 4. С. 26-30.

6. Кочетков Д. В., Камерлохер В. А. Применение технологии селективного каталитического восстановления (SCR) на автомобилях «Урал» // В сб.: Проблемы и перспективы развития автомобильного транспорта. 2013. С. 51-66.

7. Экологическая безопасность применения биотоплив в дизелях / М. Н. Ерохин, С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков, К. А. Малашенков // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2008. № 5 (14). С. 27-29.

8. Использование биогаза в качестве топлива для дизелей / С. Н. Девянин, В. Л. Чумаков, В. А. Марков, А. А. Ефанов // Грузовик. 2011. № 11. С. 32-43.

REFERENCES

1. Potapov V. I., Galiullin R. R. Improving the efficiency of autonomous diesel generator sets in the technological processes of the agro-industrial complex. *Aktual'nye problemy energo-obespecheniia predpriatii*, 2016, pp. 104-110.

2. Kutenev V. F., Saikin A. M., Zagarin D. A. Environmental and Ergonomic Problems of Vehicle Design. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov*, 2010, no. 1 (60), pp. 46-50.

3. Markov V. A., Devianin S. N., Markova V. V. Assessment of the environmental safety of power plants with diesel engines. *Bezopasnost' v tekhnosfere*, 2014, vol. 3, no. 2, pp. 23-32.

4. Chumakov V. L., Devyanin S. N., Bijaev A. V. Nitrogen oxide formation with nonuniform fuel distribution in diesel engine. *Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations*, 2020, pp. 52089.

5. Devianin S. N., Markov V. A., Mikitenko A. V., Tikhonov A. V. Improvement of diesel performance by improving fuel supply and air supply. *Gruzovik*, 2005, no. 4, pp. 26-30.

6. Kochetkov D. V., Kamerlokher V. A. Application of Selective Catalytic Reduction (SCR) technology on Ural vehicles. *Problemy i perspektivy razvitiia avtomobil'nogo transporta*, 2013, pp. 51-66.

7. Erokhin M. N., Devianin S. N., Chumakov V. L., Malashenkov K. A. Environmental safety of the use of biofuels in diesel engines. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2008, no. 5 (14), pp. 27-29.

8. Devianin S. N., Chumakov V. L., Markov V. A., Efanov A. A. The use of biogas as a fuel for diesel engines. *Gruzovik*, 2011, no. 11, pp. 32-43.

Об авторах:

Сорокин Сергей Александрович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), Supersoker1999@gmail.com.

Чумаков Валерий Леонидович, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49), кандидат технических наук, профессор.

About the authors:

Sergey A. Sorokin, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St., 49), Supersoker1999@gmail.com.

Valeriy L. Chumakov, professor of the Department of Tractors and Automobiles, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya St. 49,), Cand.Sc. (Engineering), professor.