

## **ОСОБЕННОСТИ ВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ КАК ОСНОВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ И ЭКОЛОГИЯ**

**С.В. Алтухов, канд. техн. наук, доцент,**

**Т.А. Алтухова, канд. техн. наук, доцент**

**А.Р. Сухаева, канд. техн. наук, доцент**

*ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского»,  
Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный  
sergeialtuhov@bk.ru*

*Аннотация.* Становлению агропромышленного комплекса на качественно новый уровень развития способствует решение целого ряда приоритетных задач. Одной из важнейших проблем является эффективная поддержка со стороны аграрной науки. Не составляет исключение в этом аспекте разработка технических средств и технологий сельскохозяйственного производства. Большое значение в современном аграрном секторе отводится применению автотракторной техники для выполнения производственных процессов. Ключевым источником энергии тракторов и автомобилей в настоящее время являются поршневые двигатели внутреннего сгорания. Наибольшее распространение на сегодняшний день в качестве горючего нашли бензиновое, дизельное, а также газообразное топливо. В то же время во весь рост становится проблема выброса вредных веществ в окружающую среду эксплуатируемыми силовыми агрегатами. В результате выполненной работы исследованы особенности выпускной системы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Установлены факторы, влияющие отработанных газов на окружающую среду.

*Annotation.* The formation of the agro-industrial complex to a qualitatively new level of development is facilitated by the solution of a number of priority tasks. One of the most important problems is effective support from agricultural science. The development of technical means and technologies for agricultural production is no exception in this aspect. Great importance in the modern agricultural sector is given to the use of automotive and tractor equipment for the implementation of production processes. Reciprocating internal combustion engines are currently the key source of power for tractors and automobiles. The most widely used fuels today are gasoline, diesel, and gaseous fuels. At the same time, the problem of the emission of harmful substances into the environment by operated power units is becoming full-scale. As a result of the work performed, the features of the exhaust system of reciprocating internal combustion engines were studied. Factors, influence of exhaust gases on the environment are established.

*Ключевые слова:* сельскохозяйственное производство, аграрная наука, автотракторная техника, вредные выбросы, экология.

*Key words:* agricultural production, agricultural science, automotive equipment, harmful emissions, ecology.

**Введение.** Становлению агропромышленного комплекса на качественно новый уровень развития способствует решение целого ряда приоритетных задач. Одной из важнейших проблем является эффективная поддержка со стороны аграрной науки [1, 2]. Не со-

ставляет исключение в этом аспекте разработка технических средств и технологий сельскохозяйственного производства [3, 4]. Большое значение в современном аграрном секторе отводится применению автотракторной техники для выполнения производственных процессов.

Ключевым источником энергии тракторов и автомобилей в настоящее время являются поршневые двигатели внутреннего сгорания. Наибольшее распространение на сегодняшний день в качестве горючего нашли бензиновое, дизельное, а также газообразное топливо. В то же время во весь рост становится проблема выброса вредных веществ в окружающую среду эксплуатируемыми силовыми агрегатами.

Исследование особенностей выпускной системы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Установление влияния отработанных газов на окружающую среду.

**Основная часть.** Выхлопные газы обладают высокой степенью токсичности, они представляют опасность для окружающей среды и, в частности, для человека. Все дело в тех веществах, которые образуются при сгорании топлива и выбрасываются в атмосферу [5, 6].

Для человека наиболее опасны оксиды азота, угарный газ, а также многие углеводороды, являющиеся канцерогенами. Для окружающей среды наиболее опасны вещества, оказывающие губительный эффект на животных и растения, а также участвующие в образовании смога. При появлении первых автомобилей вопрос об их экологической безопасности не вставал, но люди отмечали, что машины портят воздух своими выхлопными газами. Остро этот вопрос встал во второй половине прошлого века, а в начале 90-х годов в Европе приняли пакет законов, направленных на контроль экологической безопасности и снижение выбросов отработанных газов.

В 1992 году в Европе начал действовать экологический стандарт «Евро 1», а в 1995 году – «Евро 2», и именно с введением «Евро 2» для всех новых бензиновых двигателей стало обязательным наличие каталитического нейтрализатора в выпускной системе. В дизельных двигателях нейтрализатора оказалось недостаточно, поэтому с вступлением в силу стандарта «Евро 4» (2005 год) в дизелях стало обязательным наличие сажевого фильтра. Каждый новый стандарт «Евро» заменял собой предыдущие стандарты и значительно ужесточал требования по экологической безопасности. Уже сейчас многие нормы стандартов «Евро 1» – «Евро 3» считаются не

просто устаревшими, а просто-напросто запрещены, так как по сегодняшним меркам они слишком опасны для природы и человека.

Сегодня речь идет уже о стандарте «Евро 6» (вступил в силу в 2015 году), и по нему выхлоп бензинового двигателя должен содержать в 2,5 раза меньше оксидов азота и угарного газа, чем мотор стандарта «Евро 3». А содержание взвешенных частиц (сажи) дизельных двигателей стандарта «Евро 6» должно быть в десять раз меньше, чем по стандарту «Евро 3».

Погоня за экологической безопасностью – это, безусловно, хорошо, но она имеет и обратную сторону. Главная проблема экологических двигателей в том, что они менее мощные, чем их неэкологичные собратья – дело здесь и в составе топлива, и в режиме сгорания топливно-воздушной смеси, и в необходимости пропускать выхлопные газы через катализаторы и фильтры. Но с этой потерей мощности и усложнением конструкции мотора приходится мириться, потому что окружающая среда нуждается в защите.

С целью снижения величины эмиссии в окружающую среду токсичных элементов, входящих в состав выхлопных газов мотора по причине испарения и неполного сгорания горючего, а также для поддержания необходимой эффективности отдачи двигателя, в том числе снижения расхода топлива, мобильные технические средства оснащаются комплексом специальных систем, которые можно сформулировать как системы управления двигателем, включая снижение токсичности выхлопных газов. Рассмотрим системы, которые получили наиболее широкое распространение.

1. Управление дозированием топлива. Контроль состава топливовоздушной смеси выполняют системы управления подачей топлива. В случае, когда значение коэффициента избытка воздуха  $\lambda=0,9$  двигатель функционирует с наибольшей мощностью и крутящим моментом. Максимальная экономичность и минимальные выбросы CO и CH демонстрируются при функционировании на смесях с коэффициентом  $\lambda=1,1$ . Однако количество в выпускных газах оксидов азота при этом достигает максимального значения. Для работы мотора на холостых оборотах состав горючей смеси должен соответствовать значению коэффициента  $\lambda=0,9-1,05$ . Режим принудительного холостого хода (в случае торможения двигателем) дает возможность полного отключения подачи горючего в цилиндры. Выбросы токсичных элементов будут отсутствовать.

2. Рециркуляция выпускных газов. Направление некоторой части выхлопных газов вновь в камеру сгорания (рециркуляция) осуществляется для уменьшения значения температуры сгорания горючей смеси для снижения формирования оксидов азота и расхода топлива. Но это ведет к снижению мощности двигателя. Рециркуляция выпускных газов (система EGR) выполняется двояким путем: 1) внутренней рециркуляцией, которая обеспечивается управлением фазами газораспределения, и главным образом перекрытием клапанов; 2) внешней рециркуляцией, когда выхлопные газы направляются на выходе из выпускного коллектора и через систему клапанов поступают вновь в камеру сгорания.

3. Вентиляция картера двигателя. Поскольку токсичность картерных газов во много раз превышает токсичность отработавших, их выпуск в окружающую среду запрещен. В процессе функционирования двигателя картерные газы с помощью системы вентиляции картера направляются во впускной тракт мотора, где смешиваются с рабочими газами и после этого на такте впуска перемещают в цилиндр для осуществления дожигания.

4. Термическое дожигание выхлопных газов. Дожигание элементов выхлопных газов, которые не успели сгореть в цилиндре мотора, выполняется в выпускной системе, в которую специальным устройством нагнетают дополнительный воздух, используемый для осуществления реакции дожигания. С внедрением систем очистки отработавших газов путем каталитической очистки термическое дожигание применяется уже реже.

5. Каталитическое дожигание. Процесс дожигания отработавших газов выполняется в специальном устройстве – каталитическом нейтрализаторе. Он устанавливается в собственно системе выпуска отработавших газов и крепится под днищем транспортного средства. Конструкция нейтрализатора включает в себя керамический блок, который покрыт каталитическим материалом (металлы Pt, Rh, Rd). Нейтрализаторы, использующие принцип окисления, выполняют окисление CO и CH за счет остаточного кислорода в обедненных или бедных смесях, в том числе подачи в систему дополнительной порции воздуха. Нейтрализаторы восстановительного типа формируют NOx до абсолютно безвредного азота. Двухкомпонентные нейтрализаторы содержат в себе нейтрализаторы обоих типов. Нейтрализаторы трехкомпонентные (селективные каталитические нейтрализаторы) с  $\lambda$ -зондом в настоящее время являют собой наиболее эф-

фактивную систему очистки отработавших газов. Кислородный датчик ( $\lambda$ -зонд) этой системы применяется для точного расчета соотношения воздуха и топлива в используемой горючей смеси.

6. Системы с обратной связью ( $\lambda$ -регулирование). Эта система осуществляет нейтрализацию веществ, представляющих вред для экологии в отработавших газах до 96 %. В системе установлены два кислородных датчика. Один датчик монтируется непосредственно перед каталитическим нейтрализатором, другой крепится после него. Датчики, выполняя измерение количества свободного кислорода в выпускных газах, посредством системы управления подачей горючего формируют состав топливовоздушной смеси, поступающей в цилиндры мотора. Для осуществления необходимой очистки выпускных газов нейтрализатором двигатель должен функционировать в узком диапазоне значений  $\lambda=1\pm 0,005$ , который имеет название «окно» каталитического нейтрализатора.

**Закключение.** Таким образом, в результате выполненной работы исследованы особенности выпускной системы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Установлены факторы, влияния отработанных газов на окружающую среду.

#### **Список использованной литературы**

1. Алтухов, С.В. Анализ гидродинамических характеристик распылителей форсунок ДВС / С.В. Алтухов и др. // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 3. – С. 3–6.
2. Шуханов, С.Н. Интерпретация качественных показателей функционирования двигателя УЗАМ-331.10 при работе на газообразном топливе / С.Н. Шуханов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № 51. – С. 32–36.
3. Аносова, А.И. Методика определения безотказности и поиска неисправностей при диагностировании технических средств / А.И. Аносова, О.Н. Хороших // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6 (92). – С. 181–183.
4. Shukhanov, S.N. Influence of air temperature on warming up the engine of automotive vehicles / S.N. Shukhanov, A.V. Kuzmin, G.N. Polyakov, A.R. Sukhaeva, V.D. Kovalivnich // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Ensuring Sustainable Development in the Context of Agriculture, Green Energy, Ecology and Earth Science – Green Energy and Earth Science – 2021. – С. 052003.
5. Сотникова, М.В. Анализ и прогнозирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортного комплекса / М.В. Сотникова, В.С. Демьянова, Р.А. Дяркин, А.Ш. Канеева // Экология и Промышленность России. – 2008. – №7. – С. 29–31.
6. Jandacka, D. The contribution of road traffic to particulate matter and metals in air pollution in the vicinity of an urban road / D. Jandacka, D. Durcanska, M. Bujdos. // Transportation research part D transportation and environment. – 2017. – No.50. – PP. 397–408.