

этап в решении проблем снижения экологического вреда от автотракторных средств вообще и сельскохозяйственного назначения в частности. Одновременно с мерами по дальнейшему улучшению процесса сгорания топлива за счет совершенствования конструкции двигателей продолжается работа над совершенствованием топлива.

Однако поиск оптимальных решений по перспективному составу моторных топлив представляет собой оценку экологического ущерба в сопоставлении с техническими возможностями и финансовыми затратами на совершенствование конструкции двигателей, изменение технологии производства топлив, поиск и внедрение принципиально новых решений.

### *Литература*

1. Серегин Е.П. Перспективы улучшения экологических свойств топлив и масел для поршневых двигателей.
2. ТУ 38.401-58-171-96. Бензины автомобильные неэтилированные с улучшенными экологическими свойствами (городские).
3. ТУ 38.401-58-170-96. Топливо дизельное с улучшенными экологическими свойствами (городское).
4. Ловинк Г.Д. Автомобильное топливо 2000 года.- Химия в России. Бюл. Рос. химич. общества им. Д.М. Менделеева, 1997, №6, с.11-12.

УДК 621.4 + 502

## **ВЛИЯНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И МЕТОДЫ ЕЕ СНИЖЕНИЯ**

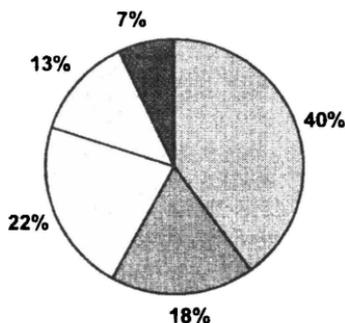
*В.В. ВАРНАКОВ, Н.С. КИРЕЕВА*

Главным источником загрязнения атмосферы является автотракторная техника. В целом на нее приходится около 70% общего объема выбросов вредных веществ [1]. Загрязненный воздух оказывает вредное влияние на человека, растения, животных, здания, памятники и др. Материальный ущерб, наносимый загрязнением воздуха, трудно оценить, так как для этого необходимы многочисленные сведения из различных регионов нашей страны.

В настоящее время автотракторные двигатели внутреннего сгорания, работающие на жидком и газообразном топливе, являются основными силовыми агрегатами, предопределяющими развитие автотракторостроения. Легковые и грузовые автомобили, тракторы, комбайны и другие машины, оборудованные двигателями внутреннего сгорания, широко используются в народном хозяйстве и сельскохозяйственном производстве.

Увеличение производства автотракторного парка и соответствующее возрастание потребления топлива, хотя и повышают уровень общественно полезных благ, но одновременно способствуют распространению опасности для окружающей среды вследствие увеличивающегося выброса токсичных компонентов, загрязняющих воздух, землю, воду и растительность. Доля загрязняющих компонентов в выбросах в атмосферу показана на рисунке 1.

Известно, что свыше 80% добываемой нефти идет на получение жидких, газообразных топлив. Однако из полученного топлива потери нефтепродуктов, выбрасываемых при эксплуатации автотракторными двигателями в атмосферу, в виде продуктов неполного сгорания и паров (углеводороды, оксид углерода, сажа и др.), содержат большой запас теплоты. Например, выброс токсичных компонентов, образовавшихся на 1 кг сжигаемого топлива, с учетом того, что состав смеси нормальный ( $\alpha$  1,0), составит: оксид углерода – 37,8 г, углеводородов – 21,2 г, сажи – 1,0 г [1].



**Рисунок 1. Доля загрязняющих компонентов в выбросах в атмосферу: 40% - углеводороды с учетом ЛОС; 18% - оксид азота; 22% - диоксид серы; 13% - оксид углерода; 7% - твердые и прочие компоненты.**

Почти все автомобили, эксплуатируемые в хозяйствах, в основном работают при недостатке воздуха, где содержание CO в выхлопных газах достигает почти 6% от объема. Это может привести к печальным последствиям: так, например, при движении полностью нагруженного автомобиля «ЗИЛ-130» на режиме полного открытия дросселя, при развиваемой двигателем мощности 100 л.с. (73кВт) секундный расход воздуха составляет около 0,1 кг, соответственно выхлопными газами выбрасывается в секунду около 6 г оксида углерода. Этого количества CO достаточно, чтобы при скорости движения автомобиля, равной 36 км/ч (10 м/с), по

улице шириной 20 м, сплошь застроенной домами, создать во всем объеме воздуха до высоты 3 м концентрацию CO, равную  $10 \text{ мг/м}^3$ , что почти вдвое превышает предельно допустимую концентрацию CO в атмосфере населенных мест и в 10 раз – практически безопасную его концентрацию ( $1 \text{ мг/м}^3$ ) [1].

Рабочий процесс автотракторного двигателя основан на превращении химической энергии топлива в тепловую, а затем – в механическую работу. Для питания двигателя, как правило, используют жидкое и газообразное топливо, которое состоит в основном из углеводородов. В процессе окисления их с кислородом воздуха, поступающего в двигатель, образуются нетоксичные (водяной пар, углекислый газ) и токсичные вещества. Токсичными являются продукты неполного сгорания или побочных реакций, протекающих при высоких температурах. Некоторые токсичные вещества содержатся в топливе и при работе двигателя выбрасываются в окружающую среду. Образование токсичных веществ отработавших газов зависит в основном от способа смесеобразования и сгорания топлива - воздушной смеси. Они образуются в двигателях (бензиновом и дизельном) различными способами, соответственно и влияние их на образование токсичных веществ имеют отличия.

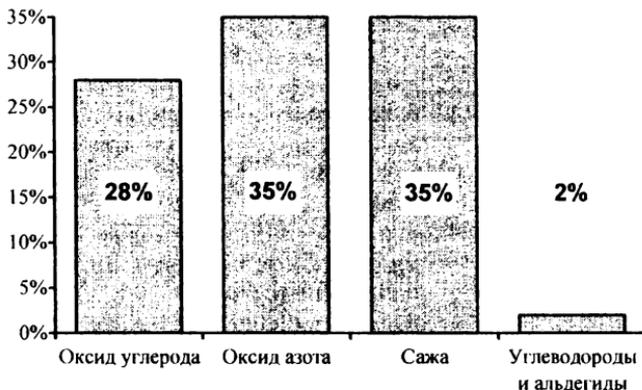
Выхлопные газы, которые выбрасываются из бензинового двигателя, содержат опасные для здоровья компоненты: оксид углерода CO – угарный газ; окислы азота, которые при выбросе, соединяясь с парами воды, образуют азотную кислоту; оксид азота, он в 10 раз токсичнее, чем оксид углерода; еще более токсичными являются такие продукты неполного сгорания топлива, как альдегиды, акролин, непредельные углеводороды и др. В выхлопных газах в заметных количествах содержатся канцерогенные вещества, в частности бенз(а)пирен, в основном осаждающийся на частицах сажи, которая в больших количествах выбрасывается техникой оборудованной дизельными двигателями [2].

Для улучшения детонационных свойств бензинов в них вводят присадки – тетраэтилсвинец (ТЕС). Однако известно, что продукты сгорания в соединении с хлоридом и бромидом свинца являются вредными для здоровья человека.

Помимо непосредственно ядовитых, выхлопные газы содержат и компоненты, которые уже в атмосфере под воздействием различных факторов вступают в реакцию с окружающей средой, образуя токсичные вещества. Так, например, получившая печальную известность ядовитая дымка («смог») своим образованием в значительной мере обязана окислительным фотореакциям продуктов выхлопа автотракторных двигателей. Процесс происходит следующим образом: углеводороды после выброса в атмосферу окисляются в результате фотохимических реакций в

присутствии диоксида азота, образуя ядовитые кислородсодержащие соединения.

Основную роль в токсичности дизельных двигателей, используемых в основном в сельскохозяйственном производстве, играют окислы азота и сажа. Сажа является продуктом неполного сгорания горючего и составляет 70-85% от общей токсичности дизеля. Содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизельных двигателей показано на рисунке 2 [3].



**Рис. 2. Содержание токсичных компонентов в отработавших газах дизельных двигателей.**

В дизельном двигателе сгорание топлива протекает с избытком кислорода, а также с относительно высокой температурой, что способствует образованию в отработавших газах окислов азота, которые являются одним из основных вредных компонентов. Процесс смесеобразования в дизельном двигателе имеет канцерогенный характер. В ядре струи впрыскиваемого топлива наблюдается большой недостаток кислорода, причем в условиях высоких давлений и температуры происходит пиролиз топлива с выделением чистой сажи. Она, как показывают опыты, при сгорании в дизельном двигателе выделяется и на участках с избытком кислорода, но затем, соединяясь с ним, сгорает. Количество сажи в отработавших газах дизельного двигателя возрастает с увеличением нагрузки и обогащением смеси.

Значение физико-химических свойств, дисперсности и структуры сажевых образований, взвешенных в дизельном выхлопе, позволяет це-

ленаправленно и обоснованно подойти к проектированию устройств для их нейтрализации.

Протекание реакции окисления углеводородов в выпускной системе двигателя зависит от концентрации углеводородов и кислорода в отработавших газах, выходящих из цилиндра, а также температуры, давления и времени нахождения отработавших газов в зоне реакции. При работе двигателя на богатых смесях ( $\alpha > 1,0$ ) реакция окисления вследствие отсутствия кислорода проходить не может. Для ее осуществления (дожигания) необходима подача дополнительного воздуха в выпускной трубопровод двигателя. По мере обеднения смеси подача воздуха уменьшается.

Токсичность отработавших газов двигателей внутреннего сгорания можно уменьшить путем предупреждения образования токсичных компонентов или их нейтрализации.

Токсичные компоненты отработавших газов (оксид углерода и углеводороды) могут быть нейтрализованы в выпускной системе двигателя. С целью их окисления до конечных продуктов сгорания в поток горячих отработавших газов непосредственно за выпускной клапан подают воздух. Экспериментально установлено, что даже без специальных устройств для подачи воздуха в выпускную систему в горячих отработавших газах происходит реакция окисления, в результате которой значительно уменьшается выброс  $C_nH_m$  и CO. Однако при этом наблюдается некоторое увеличение концентрации  $NO_x$  в отработавших газах. Возможно, увеличение концентрации  $NO_x$  происходит вследствие попадания части воздуха из выпускного трубопровода в цилиндры в период перекрытия впускных и выпускных клапанов.

Для интенсификации процесса пламенного дожигания продуктов неполного сгорания применяют специальные выпускные системы для поддержания более высокой температуры отработавших газов. Наряду с этим увеличивают время прохождения отработавших газов через зону реакции и повышают качество перемешивания отработавших газов с воздухом.

Применяются также термические реакторы, представляющие собой специальные реакционные камеры, встроенные в выпускную систему двигателя. Они имеют тепловую защиту для уменьшения потерь тепла, выводимого с отработавшими газами. Кроме того, конструкция камеры обеспечивает хорошее перемешивание подаваемого воздуха с отработавшими газами, где также увеличивается время прохождения газов в зоне реакции.

При периодичной работе двигателей в условиях закрытых помещений применяют жидкие нейтрализаторы. При очистке выхлопных газов дизельного двигателя посредством промывки химическими растворами

происходит связывание ядовитых примесей в устойчивые химические соединения, практически безвредные. Реакции взаимодействия между ядовитыми примесями, содержащимися в составе отработавших газов, и химическим раствором начинаются непосредственно с момента контакта газа с раствором, т.е. сразу после включения в работу двигателя.

Нельзя рекомендовать жидкостные нейтрализаторы на бензиновых двигателях, поскольку они не обеспечивают нейтрализацию окиси углерода.

Каталитические нейтрализаторы служат для дожигания (окисления) продуктов неполного сгорания и разложения окислов азота. Каталитическое действие нейтрализаторов основано на беспламенном поверхностном окислении токсичных веществ в присутствии катализатора, ускоряющего химическую реакцию. Процесс окисления происходит во время прохождения отработавших газов через слой носителя с нанесенным на него катализатором, причем скорость реакции сгорания зависит также от температуры носителя.

Для уменьшения выброса сажи с отработавшими газами из двигателя внутреннего сгорания, как правило, на выпуске устанавливают каталитические нейтрализаторы двойного действия или пламенные нейтрализаторы, а иногда используют фильтры. Фильтры устанавливают перед нейтрализатором или отдельно, после глушителя или до него. Фильтрующим материалом служит прессованная бумага или ткань, которая задерживает сажевые частицы.

Проблема загрязнения окружающей среды приобрела серьезную социальную и политическую значимость. Поэтому очевидна необходимость разработки и внедрения эффективных способов и устройств очистки отработавших газов с повышенным ресурсом, не снижающих топливно-экономические показатели двигателя. Однако устанавливать на двигателе дополнительные устройства для уменьшения токсичности отработавших газов следует только при крайней необходимости и в случае, если исчерпаны все возможности достижения удовлетворительного состава газов путем конструктивных доработок и регулировки двигателя.

На основании проведенного анализа в научно-исследовательской лаборатории качества и сертификации проведены исследования по разработке присадок для снижения токсичности отработавших газов, а также разработки устройств каталитических нейтрализаторов для дожигания продуктов неполного сгорания.

### *Литература*

1. Самойлов Н.П., Игонин Е.И., Кашеваров О.А., Самойлов Д.Н. Токсичность автотракторных двигателей и способы ее снижения.- Казань, 1997.

2. Жегалин О.И., Лупачев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М., 1985.
3. Чулков П.В., Чулков И.П. Топлива и смазочные материалы: ассортимент, качество, применение, экономия, экология. Спр.изд. – М.,1995.

УДК 621.431: 658.516

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕРТИФИКАЦИИ УСЛУГ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ

*В.В.Варнаков, д.т.н., профессор, О.Н.Филимонова, аспирант*

Топливный насос (ТН) является наиболее ответственным и наименее надежным агрегатом, от которого во многом зависят мощностные характеристики двигателя и трактора в целом. Проблема повышения качества ремонта ТН носит комплексный характер, затрагивающий различные сферы производства, ремонта и эксплуатации. В связи с распространением самостоятельных предприятий по ремонту дизельной топливной аппаратуры (ДТА) возникает необходимость проведения сертификации услуг по их техническому обслуживанию и ремонту (ТОР), которая является одним из эффективных средств повышения конкурентоспособности, а также одним из методов управления эксплуатационной надежностью и технологичностью.

Процесс сертификации услуг по ТОР сводится к проверке организационно-технического уровня предприятия, однако при рассмотрении методики проведения ее выяснилось, что в ней не учитывается качество отремонтированной техники.

При сертификации услуг по ТОР ТН необходимо учитывать качество их ремонта, так как оно является одним из важнейших факторов конкурентоспособности ремонтного производства и его стабильности.

Комплексная оценка предприятия по ремонту ДТА характеризуется обобщенным показателем [1]:

$$K_i = \sum_{l=1}^n X_l B_l, \quad (1)$$

где  $X_l$  – единичный показатель, отражающий состояние  $l$ -го фактора;

$B_l$  – коэффициент весомости  $l$ -го фактора.

Нами предлагается определять коэффициент весомости экспертным методом исходя из влияния показателя на качество ремонта.

Для комплексной оценки предприятия по ТОР ДТА была предложена система показателей (всего 15) по следующим критериям: