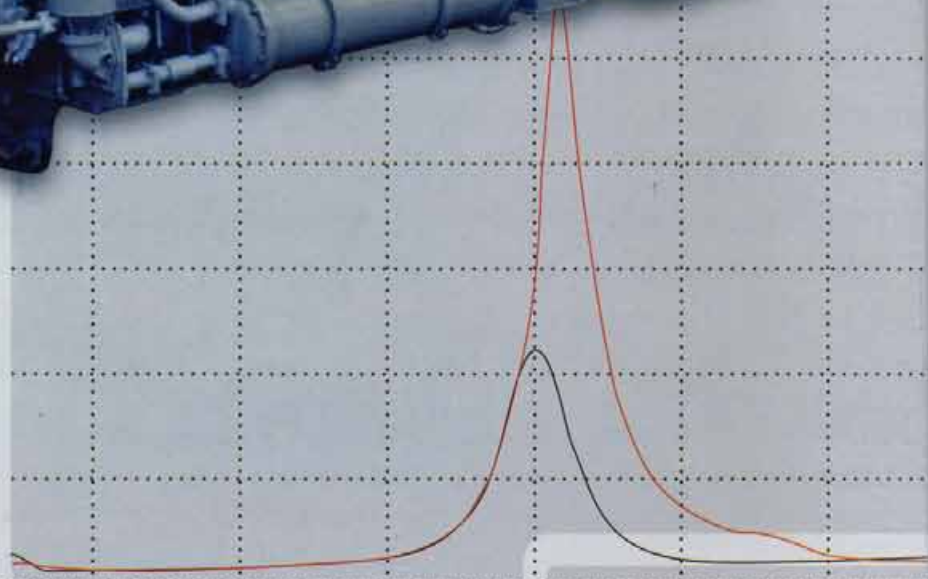
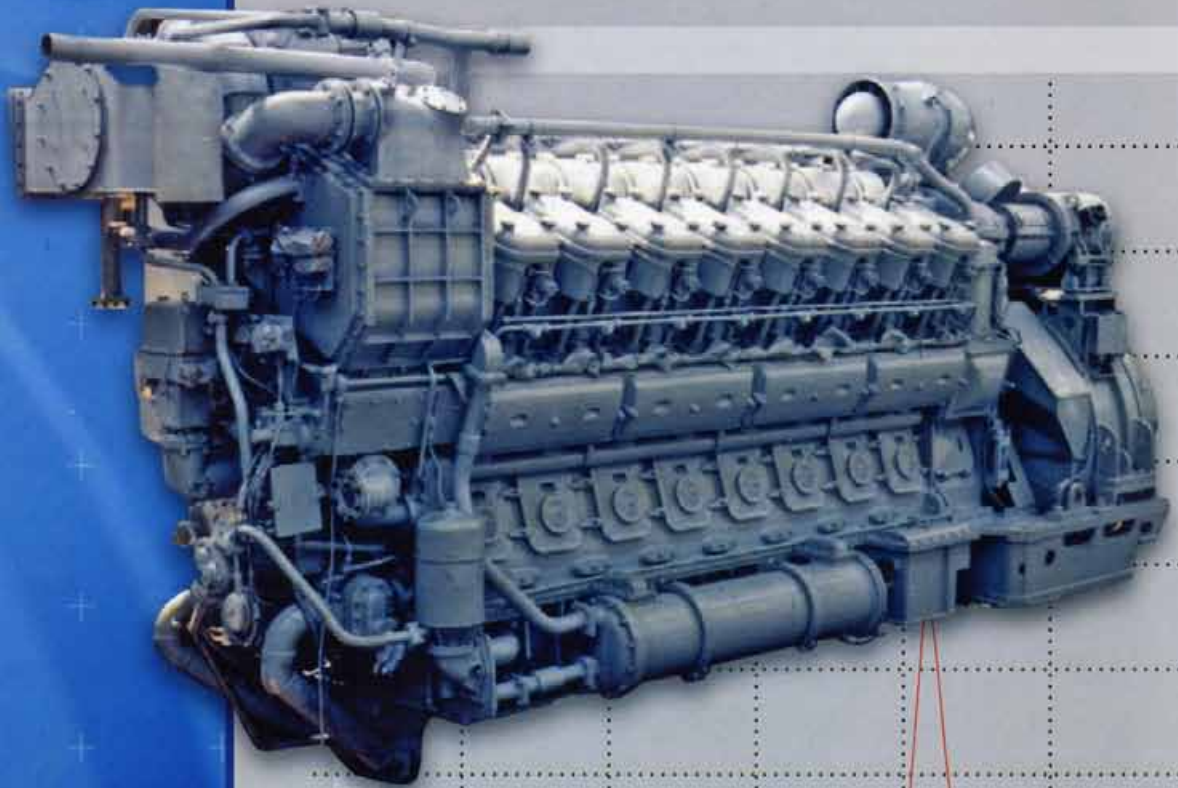


ISSN 0419-8719

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

2'2014

Всеукраинский
научно-технический журнал



ДВС ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Всеукраинский научно-технический журнал

2'2014

Издание основано Национальным техническим университетом

"Харьковский Политехнический Институт" в 2002 году

Госиздание

Свидетельство Госкомитета информационной политики,

телевидения и радиовещания Украины КВ №6393 от 29.07.2002 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

А.П. Марченко, *д. т. н., проф.*

Заместители главного редактора

С.В. Епифанов, *д. т. н., проф.*

И.В. Парсаданов, *д. т. н., проф.*

Ответственный секретарь

И.В. Рыкова, *к. т. н., с.н.с.*

С.А. Алехин, *к.т.н.*

У.А. Абдулгазис, *д. т. н., проф.*

Ф.И. Абрамчук, *д. т. н., проф.*

А.В. Белогуб, *д. т. н., доц.*

Д.О. Волонцевич, *д. т. н., доц.*

А.Л. Григорьев, *д. т. н., проф.*

Ю.Ф. Гутаревич, *д. т. н., проф.*

В.Г. Дьяченко, *д. т. н., проф.*

Н.А. Иващенко, *д. т. н., проф.*

Г.М. Кухаренок, *д. т. н., проф.*

А.С. Куценко, *д. т. н., проф.*

В.И. Мороз, *д. т. н., проф.*

В.И. Пелепейченко, *д. т. н., проф.*

В.А. Пылев, *д. т. н., проф.*

А.Н. Пойда, *д. т. н., проф.*

А.А. Прохоренко, *д.т.н., доц.*

В. Смайлис, *д.т.н., проф.*

А.П. Строков, *д. т. н., проф.*

Б.Г. Тимошевський, *д. т. н., проф.*

Н.А. Ткачук, *д. т. н., проф.*

СОДЕРЖАНИЕ

РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ДВС

А. А. Прохоренко, И. Г. Пожидаев

Математическое моделирование и расчетно-экспериментальное исследование механизма регулирования подачи ТНВД аккумуляторной топливной системы дизеля. 3

А.А. Лисовал, М.Е. Нижник, Ю.А. Свистун

Исследование работы газового двигателя на топливах с разным содержанием углекислого газа. 8

А.П. Марченко, О.О. Осетров, С.С. Кравченко

Дослідження та математичне моделювання процесу згорання в двигуні з форкамерно-факельним запалюванням 11ГД100М. 12

Б.Г. Тимошевский, М.Р. Ткач, А.Ю. Проскурин, А.С. Митрофанов, А.С. Познанский

Повышение эффективности двигателя 2Ч 7,2/6, работающего на этаноле с термохимической утилизацией теплоты отходящих газов. 19

В.О. Пильов, О.М. Клименко, С.В. Обозний

Експериментальне дослідження впливу регулювання теплового стану поршня на показники дизеля. 24

М.І. Миценко, В.Г. Заренбін, Т.М. Колеснікова, Ю.В. Юрченко,

В.С. Шляхов, В.Л. Супрун, Д.В. Касьяненко

Деякі результати порівняльних досліджень показників безшатунного та класичного двигунів. 28

А.Н. Врублевский, А.А. Дзюбенко, М.С. Литинский, А.П. Кузьменко, С.О. Подлеицук

Опеределение цикловой подачи газового двигателя с электронным управлением топливоподачи. 33

A. Marchenko, D. Samoilenko, Ali Adel Hamzah, Omar Adel Hamzah

Waste heat recovery systems for internal combustion engines: classification and benefits. 37

Д.В. Мешков

Выбор исходных данных при расчете погрешности индицирования ДВС. 41

КОНСТРУКЦИЯ ДВС

О. К. Безюков, В. А. Жуков, О. И. Яценко

Анализ перспективности газопоршневых ДВС. 45

В.П. Савчук

Аналіз надійності циліндрових втулок двигунів фірми B&W серії S70MC та S80MC. 52

М.Р. Ткач, Б.Г. Тимошевский, С.М. Доценко, Ю.Н. Галькин

Влияние регенерации энергии на эффективность утилизации низкопотенциального тепла металлгидридной установкой непрерывного действия. 57

АДРЕС РЕДКОЛЛЕГИИ

61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21

НТУ «ХПИ», кафедра ДВС

Тел. (057)707-68-48, 707-60-89

E-mail: rykova@kpi.kharkov.ua,

dvs@kpi.kharkov.ua

<i>Н. А. Ткачук, О. В. Веретельник, А. В. Грабовский, С. А. Кравченко, С. Ю. Белик</i> Численное моделирование контактного взаимодействия деталей ДВС, изготовленных с применением комбинированных технологий.	63
<i>В.А. Пылев, А.В. Белогуб, И.А. Нестеренко, А.Ю. Федоров, Р. Ариан, В.А. Хижняк</i> Совершенствование методики сравнительной оценки термонапряженного состояния поршней.	68

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ДВС

<i>М.В. Ведь, Н.Д. Сахненко, Д.С. Андросук, Т.П. Ярошок</i> Формирование каталитически активных покрытий на рабочих поверхностях камер сгорания ДВС.	73
<i>А.Н. Кондратенко, А.П. Строков, С.А. Вамболь, А.Н. Авраменко</i> Регенерация фильтра твердых частиц дизеля с насыпкой из природного цеолита.	76

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДВС

<i>Л. П. Клименко, П. Я. Ревнюк, О. Ф. Прищепов, В. И. Андреев, С. Н. Соловьёв</i> Упрочнения деталей двигателей внутреннего сгорания методами ионно-плазменных и лазерных технологий. ...	82
--	----

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДВС

<i>В.С. Вербовський, І.В. Гришук, Д.С. Адров, З.І. Краснокутська</i> Особливості передпускового прогріву стаціонарного газового двигуна з використанням теплового акумулятора з фазовим переходом.	85
<i>В.Д. Зонов</i> Методика комплексной оценки критического состояния прецизионных поверхностей топливной аппаратуры тепловозных дизелей.	90
<i>А. Б. Богаевский, А.В. Осичев, М. С. Войтенко</i> Оценка энергозатрат в процессе запуска дизеля тепловоза и заряда аккумуляторной батареи.	94

ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

<i>А.И. Тарасенко, А.А. Тарасенко</i> Выбор расчетной крутильной схемы пропульсивного судового малооборотного дизельного комплекса.	100
---	-----

ИСТОРИЯ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ, ЛИЧНОСТИ, ЮБИЛЕИ

<i>И.В. Парсаданов, А.Г. Косулин, Н.И. Литвинцева</i> Генеральный конструктор.	104
--	-----

Двигатели внутреннего сгорания // Научно-технический журнал. Харьков: НТУ "ХПИ". – 2014. – №2. – 110 с.

Всеукраинский научно-технический журнал по вопросам усовершенствования конструкций, эксплуатации, технологии производства и расчетов двигателей внутреннего сгорания. Материалы статей были рекомендованы Программным комитетом XIX Международного конгресса двигателестроителей к открытой публикации в журнале и приняты редакционной коллегией.

С апреля 2013 г. Всеукраинский научно-технический журнал «Двигатели внутреннего сгорания» включен в справочник периодических изданий базы данных *Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA)*, научно-метрические системы *GoogleScholar; WorldCat; DOAJ; DRIVER; BASE*.

Издается по решению Ученого совета НТУ "ХПИ" протокол № 7 от 04.07.2014 г.

© Национальный технический университет "Харьковский Политехнический Институт", 2014.

Silkina. – M.: Himia. – 1991. – 240 s. 4. Ved' M.V. Formirovaniye pokritiy oksidami margantsa I kobalta na splavakh aluminiya [Tekst] / M.V. Ved', N.D. Sakhnenko // Korrozia: materiali, zashita. – M.: IFHE RAN. – 2007. – №10. – S.36 – 40. 5. Lazarev V.B. Elektroprovodnost' okisnikh sistem i plenochnikh struktur [Tekst] / V.B. Lazarev, V.G. Krasov, I.S. Shaplygin. – M.: Nauka. – 1979. – 168 s. 6. Lazarev V.B. Himicheskie I fizicheskie svoystva prostykh oksidov metallov [Tekst]: monogr. / V.B. Lazarev, V.V. Sobolev, I.S. Shaplygin. – M.: Nauka. – 1983. – 239 s. 7. Krieger T.A. High-temperature XRD studies of the phase transformations in a MnO_x/Al₂O₃ catalyst for deep oxidation of hydrocarbons [Tekst] / Krieger T.A., Tsybulya S.V., Tsyurulnikov P.G. // Reaction Kinetics and Catalysis Letters. – 2002. – V. 75. – № 1. – P. 141 – 146. 8. Ved' M.V. Katalitichni ta

zakhisni pokrittya splavami I skladnimi oksidami: elektrohimichnij sintez, prognouvannya vlastivostej [Tekst]: monogr. / M.V. Ved', M.D. Sakhnenko. – Kharkiv: NTU "KhPI". – 2010. – 272 s. 9. Lunarska E. Structure and properties of the oxide layers formed on Al alloy by the microarc-anodic treatment [Tekst] / E. Lunarska, M. Ved, N. Sakhnenko, O. Chernayeva // Fiziko-himichna mehanika materialiv. – Spetsvipusk № 7. – Lviv: FMI. – 2008. – T.1. – S.380 – 384. 10. Rakitskaya T.L. Adsorption-desorption properties of clinoptilolites and the catalytic activity of surface Cu(II)-Pd(II) complexes in the reaction of carbon monoxide oxidation with oxygen [Tekst] / T.L. Rakitskaya, T.A. Kiose, V.O. Vasylechko et al. // Chem. of Metals of Alloys. – 2011. – V. 4, N 3 – 4. – P. 213 – 218.

Поступила в редакцию 08.07.2014

Ведь Марина Витальевна – доктор техн. наук, профессор, профессор кафедры общей и неорганической химии Национального Технического Университета «Харьковский Политехнический Институт», Харьков, Украина, e-mail: vmv@kpi.kharkov.ua.

Сахненко Николай Дмитриевич – доктор техн. наук., профессор, зав. кафедрой физической химии Национального Технического Университета «Харьковский Политехнический Институт», Харьков, Украина, e-mail: sakhnenko@kpi.kharkov.ua.

Андрощук Дмитрий Степанович – аспирант, кафедра физической химии Национального Технического Университета «Харьковский Политехнический Институт», Харьков, Украина, e-mail: Li-pol@i.ua.

Ярошок Тамара Петровна – канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры общей и неорганической химии Национального Технического Университета «Харьковский Политехнический Институт», Харьков, Украина.

ФОРМУВАННЯ КАТАЛІТИЧНО АКТИВНИХ ПОКРИВІВ НА РОБОЧИХ ПОВЕРХНЯХ КАМЕР ЗГОРЯННЯ ДВЗ

M.V. Ved', M.D. Sakhnenko, D.S. Androshchuk, T.P. Yaroshok

Розглянуто особливості плазмово-електролітичного оксидування ливарного складнолегованого сплаву алюмінію АЛ25 в лужному електроліті з додаванням перманганату калію. Встановлено вплив природи електроліту і режимів електролізу на склад, морфологію поверхні і товщину оксидних покриттів. Показана можливість формування на поверхні АЛ25 міцно зчеплених з носієм покриттів оксидом марганцю варійованого состава в одну стадію. Підтверджено каталітичну активність синтезованого матеріалу в реакції окислення оксиду вуглецю (II).

ACTIVE CATALYTIC COATING FORMATION ON THE WORKING SURFACE OF COMBUSTION CHAMBERS IN ICE

M.V. Ved', N.D. Sakhnenko, D.S. Androshchuk, T.P. Yaroshok

The features of plasma electrolytic oxidation of aluminum alloy AL25 in the alkaline electrolyte with the addition of potassium permanganate are discussed. The influence of the electrolyte nature and electrolysis regimes on the composition, surface morphology and thickness of the oxide coatings are determined. The possibility of the formation in one stage manganese oxide coatings with variable composition on the surface of AL25 with strong adhesion to the substrate is shown. The catalytic activity of the synthesized material in the reaction of carbon oxide (II) oxidation is confirmed.

УДК 621.43.068.4

А.Н. Кондратенко, А.П. Строков, С.А. Вамболь, А.Н. Авраменко

РЕГЕНЕРАЦИЯ ФИЛЬТРА ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ ДИЗЕЛЯ С НАСЫПКОЙ ИЗ ПРИРОДНОГО ЦЕОЛИТА

На основе анализа информации из научно-технических литературных источников выбраны возможные способы и средства для регенерации разработанного в отделе поршневых энергоустановок Института проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины фильтра твердых частиц (ФТЧ) дизеля с насыпкой из природного цеолита в сетчатых кассетах. По результатам анализа предложены варианты реализации процессов регенерации I и II рода для разработанного ФТЧ. Оценены значения эксплуатационных параметров этих процессов.

Постановка проблемы

Создание эффективного, технологичного и надежного фильтра твердых частиц (ФТЧ) отработав-

ших газов (ОГ) дизелей является важной задачей для двигателестроения и эксплуатации автотранспортных средств (АТС). Регенерация – это перио-

дический процесс восстановления функциональных свойств ФТЧ путем очистки его фильтрующего элемента (ФЭ) от накопленных твердых частиц (ТЧ), являющийся неотъемлемой частью жизненного цикла ФТЧ любой конструкции [1 – 4].

В отделе поршневых энергоустановок (ПЭУ) Института проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины (ИПМаш НАНУ) разработан модульный ФЭ с насыпкой из природного цеолита (ПЦ) в сетчатых кассетах, изготовленный из недорогих и недефицитных материалов отечественного производства и не содержащий каталитических покрытий [4].

В исследовании [2] показано, что процесс регенерации следует классифицировать, в первую очередь, по признаку того, от какой фракции ТЧ в этом процессе происходит очистка ФЭ – окисляемой или неокисляемой. В соответствии с этим можно применять регенерацию I и II рода. В том же исследовании приведена общая классификация способов и средств регенерации ФТЧ дизелей.

В связи с этим, выбор способов и средств реализации процесса регенерации для ФТЧ новых конструкций требует дополнительных исследований и представляет научно-практический интерес для обеспечения экологической и экономической эффективности эксплуатации АТС.

Цель исследования

Определение возможных способов регенерации I и II рода ФТЧ новой конструкции, а также вариантов реализации этих способов.

Регенерация ФТЧ дизеля с насыпкой из природного цеолита в сетчатых кассетах

Из описанных в [3] и [4] эксплуатируемых аналогов ФТЧ ИПМаш, бортовой системой регенерации оснащен только один – это ФТЧ фирмы Ecolix, предназначенный для модернизации дизелей АТС, находящихся в эксплуатации. Это система термокаталитической регенерации, содержащая электронный блок управления (ЭБУ), камеру сгорания (КС) в корпусе ФТЧ и систему подачи топлива в нее. Регенерация I рода ФТЧ фирмы DCL, имеющего аналогичное назначение, также осуществляется термокаталитическим способом, но вне борта АТС на специальном стенде. ФТЧ системы очистки рециркулируемых ОГ фирмы Engelhart регенерируется термическим способом (поскольку не имеет каталитического покрытия) также вне борта АТС при очередном техническом обслуживании (ТО).

ФТЧ ИПМаш имеет конструкцию, осуществляющую регенерацию I рода любым из способов, описанных в исследовании [2] за исключением ка-

талитических, поскольку не имеет каталитического покрытия. Каталитическими свойствами содержащейся в его конструкции насыпки из ПЦ можно пренебречь.

Регенерация II рода ФТЧ ИПМаш может быть осуществлена сменой насыпки из ПЦ, а также промывкой сетчатых кассет и полостей модулей струей воды под высоким давлением, либо же полной заменой сетчатых кассет, заполненных насыпкой из ПЦ (благодаря их высокой технологичности и малой себестоимости, а также разборности конструкции ФЭ).

Регенерация I рода для ФТЧ ИПМаш может быть построена на использовании уже имеющейся материальной базы модернизируемого АТС (система подачи топлива с ЭБУ). Также возможно встраивание ФТЧ ИПМаш в полный комплекс очистки ОГ дизеля. При этом непосредственно перед ним устанавливается каталитический окислитель продуктов неполного сгорания топлива и моторного масла (ПНСТ) (с целью инициализации диффузного горения обогащенных топливом ОГ) или каталитический окислитель оксидов азота (с целью окисления ТЧ в нем с помощью диоксида азота).

Применение ФТЧ ИПМаш для снижения выброса ТЧ в ОГ модернизируемого дизеля, находящегося в эксплуатации, без задачи уменьшения выбросов других нормируемых вредных веществ (ВВ) в ОГ, проводится без разработки и установки на АТС каталитического окислителя ПНСТ и каталитического поглотителя оксидов азота (КПНО_x). При этом регенерация I рода для него может осуществляться одним из следующих способов:

– на борту АТС – при разработке или выборе из имеющихся в производстве элементов системы термической регенерации, разработке ее схемы и установке ее на АТС с дизелем конкретной модели;

– вне борта АТС – при разработке или выборе из имеющихся в производстве устройства для автоматической термической регенерации в условиях централизованной эксплуатации и обслуживания АТС;

– с частичным размещением элементов системы термической регенерации на борту АТС – при размещении исполнительных устройств системы регенерации на борту АТС в составе корпуса ФТЧ полностью или частично и размещении источников энергии, необходимой для осуществления процесса, вне борта АТС на территории предприятия, осуществляющего его эксплуатацию и обслуживание или по месту его хранения.

Первый способ позволяет создать полностью

автономную систему снижения выброса ТЧ с ОГ дизеля, однако требует значительного удорожания и усложнения системы, а также увеличения ее массогабаритных показателей. Для второго способа преимущества и недостатки первого противоположны друг другу. Третий способ – комбинированный – позволяет, при определенных условиях, обойтись минимально возможными удорожанием и усложнением конструкции системы очистки ОГ от ТЧ при минимальном снижении автономности и универсальности АТС. Важнейшим из этих условий является использование универсальных и общедоступных источников энергии – электричества и/или моторного топлива.

Из принципов работы известных на сегодняшний день систем термической регенерации ФТЧ [1 – 3], находящихся в эксплуатации, в качестве пригодных для реализации данного способа регенерации I рода можно выделить следующие.

1. Повышение температуры ОГ на входе в ФТЧ за счет впрыска топлива в ОГ и инициализации его окисления остаточным кислородом ОГ с помощью электрогидравлических форсунок универсальной конструкции (см. рис. 1), управляемых ЭБУ и установленных в камере сгорания (КС) корпуса ФТЧ. При этом резервуар с топливом, топливные фильтры и топливный насос, сам ЭБУ и его контрольно-измерительные приборы могут находиться вне борта АТС и, будучи собранными в единый агрегат, использоваться для обслуживания нескольких АТС по месту размещения эксплуатирующей организации или на автозаправочной станции (АЗС). На борту АТС в составе корпуса ФТЧ при этом должна размещаться КС, топливная форсунка и инициатор горения: свеча накаливания, каталитическая сетка или свеча зажигания. Сама же топливная форсунка также может находиться вне борта АТС, при этом на борту АТС требуется только наличие КС с местами установки универсальной форсунки и инициатора окисления, заглушенными специальными пробками во время эксплуатации.

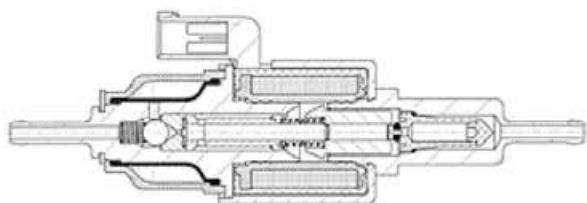


Рис. 1. Топливная форсунка системы регенерации ФТЧ фирмы Bosch [3]

2. Повышение температуры и реакционной

(окислительной) способности ОГ на входе в ФТЧ за счет генерирования низкотемпературной плазмы из ОГ специальным устройством – плазмотроном. При этом возможно использование малогабаритных энергоэффективных плазмотронов, однако требующих для своей работы подвода газа-плазмоносителя и электроэнергии.

Анализ способов и устройств для плазменной нейтрализации ОГ ДВС в работе [5] показывает, что большинство технических решений базируется на обработке всего потока ОГ низкотемпературной плазмой; часто используется добавка ионизированного вторичного воздуха и обработка потока ОГ плазменно-топливными струями. В качестве газа-плазмоносителя, согласно того же исследования, рационально использовать сами ОГ. Конструкция, внешний вид и способ установки такого плазмотрона представлены на рис. 2 [5].

Исследование [5] также показало, что:

- плазменная нейтрализация позволяет снизить содержание в ОГ CH_x и CO – более чем на 70 %, ТЧ – более чем на 25 %;

- совместное использование низкотемпературной плазмы с катализаторами при нейтрализации ОГ является перспективным техническим решением, которое позволяет существенно повысить эффективность метода (например, введением каталитически активного вещества в структуру электрода плазмотрона);

- для транспортных двигателей целесообразно объединить плазменный нейтрализатор ОГ с глушителем шума системы выпуска ОГ.

К недостаткам такого метода следует отнести:

- относительно высокое энергопотребление плазмоторна;

- необходимость использования системы подачи газа-плазмоносителя;

- использование в качестве газа-плазмоносителя воздуха или кислорода приводит к резкому повышению эмиссии дизелем оксидов азота.

Предлагается использовать плазмотрон с мощностью 5 кВт, представленного на рис. 2, только для регенерации ФТЧ (то есть, периодически). По предварительной оценке, его эффективности окисления ТЧ достаточно, чтобы за 30 мин завершить процесс регенерации разработанного ФТЧ, накопившего в ФЕ 60 г ТЧ.

При этом, как и в случае использования топливных форсунок и КС, для регенерации ФТЧ на борту АТС может находиться сам плазмотрон и штуцер отбора газа-плазмоносителя. А источник электроэнергии и блок питания плазмоторна могут

находится вне борта АТС в составе единого универсального агрегата, пригодного для обслуживания нескольких АТС. Возможен также перенос самого плазмотрона с борта АТС в агрегат и поставка на его место установки специальных пробок. Для АТС, обслуживаемых владельцами самостоятельно, возможна установка плазмотрона и блока его питания на борт АТС, а питание системы регенерации осуществлять от бытовой электросети напряжением 220 В.

3. Повышение температуры ОГ до порога самопроизвольного воспламенения ТЧ в ФЭ путем нагрева потока ОГ встроенными на входе в корпус ФТЧ электронагреваемыми элементами, либо же подведением напряжения непосредственно к ФЭ (изготовленному из стального проката и стальной тканой сетки [4]).

4. Повышение температуры самих ТЧ в потоке ОГ до порога самопроизвольного воспламенения при воздействии на поток СВЧ-излучателя. При этом также происходит деградация ПНСТ, входящих в состав ТЧ за счет подбора соответствующей длины волны СВЧ-излучения.

При этом, как и в предыдущем случае, как сами нагревательные элементы, так и блок питания системы регенерации могут устанавливаться как на борту АТС, так и вне его. Источник электроэнергии – бытовая электросеть напряжением 220 В. При установке нагревательных элементов вне АТС целесообразно нагревать ими не ОГ, а воздух из окружающей среды (ОС), подавая его в специальный штуцер корпуса ФТЧ. Само же устройство подачи нагретого до 650 °С воздуха может быть аналогом промышленного фена, и потреблять при этом до 4 кВт·ч электроэнергии.

Эскиз ФТЧ ИПМаш, использующий описанные способы регенерации I рода, представлен на рис. 3. Сам процесс, реализованный любым из вышеописанных способов, может производиться при работе дизеля на режиме холостого хода с номинальной частоты вращения коленчатого вала, как и на режиме с максимальным массовым расходом и температурой ОГ при нулевой эффективной мощности дизеля. Длительность процесса, по предварительным оценкам, не превышает 30 мин. В любом из вышеописанных вариантов регенерации, демонтаж ФТЧ и извлечение из него ФЭ не требуются.

Межрегенерационный период работы ФТЧ – это продолжительность работы ФТЧ или АТС до возникновения необходимости осуществления регенерации I или II рода, выраженная в единицах: време-

ни, пробега АТС, наработки дизеля или др. Его длительность для ФТЧ ИПМаш определяется теми же требованиями, что и для ФТЧ любого другого типа – уровнями гидравлического сопротивления (ГС) и перепада температур ОГ, создаваемых заполненным ФТЧ в выпускной системе дизеля. Эта величина также определяется удельной сажемкостью ФТЧ (грамм ТЧ на 1 дм³ объема ФЭ), которая меняется в ходе эксплуатации под воздействием причин, вызывающих необходимость проведения регенерации II рода.

ФТЧ ИПМаш отличается модульной конструкцией [4], позволяющей выбирать наилучший вариант соотношения его основных рабочих характеристик. Массогабаритных показателей ФЭ (компоновкой на конкретном АТС), его ГС (и среднеэксплуатационными затратами топлива) и стоимостью – с одной стороны. И его сажеемкостью, межрегенерационным периодом до регенерации I рода, среднеэксплуатационными затратами энергии на ее проведение и себестоимостью всей системы очистки ОГ от ТЧ (зависит от модели эксплуатации АТС) – с другой.

В исследовании [4] проведены оценки количества модулей ФЭ для дизеля 2Ч10,5/12 (не менее 30 – 50 шт.); среднеэксплуатационного выброса ТЧ этим дизелем (до 1,23 г/(кВт·ч)), эффективности очистки ФТЧ ИПМаш ОГ этого дизеля от ТЧ и ГС ФТЧ в зависимости от различных режимных и конструктивных параметров дизеля и времени его работы на стационарном режиме с максимальным выбросом ТЧ (более 63 %); увеличения в связи с этим среднеэксплуатационного удельного эффективного расхода топлива (не более 4,35 %).

Требования к уровню ГС выпускной системы дизеля 2Ч10,5/12 (до 10 кПа) и периоду между ТО (до 250 моточасов) ограничивают удельную сажеемкость и межрегенерационный период ФТЧ ИПМаш. Удельная сажеемкость ФТЧ ИПМаш с объемом, равным рабочему объему дизеля (около 2 дм³), по предварительной оценке, составляет около 30 г/дм³. ГС действующего макета ФЭ, содержащего 40 % модулей от необходимого количества, увеличивается на 1,6 кПа за 1 час работы дизеля на режиме максимального крутящего момента (характеризующегося максимальным массовым выбросом ТЧ). Учитывая эти данные, можно предположить, что межрегенерационный период для регенерации I рода ФТЧ ИПМаш может составлять около 12,5 часов работы на режиме максимального крутящего момента и около 40 часов для 13-режимного цикла [4].

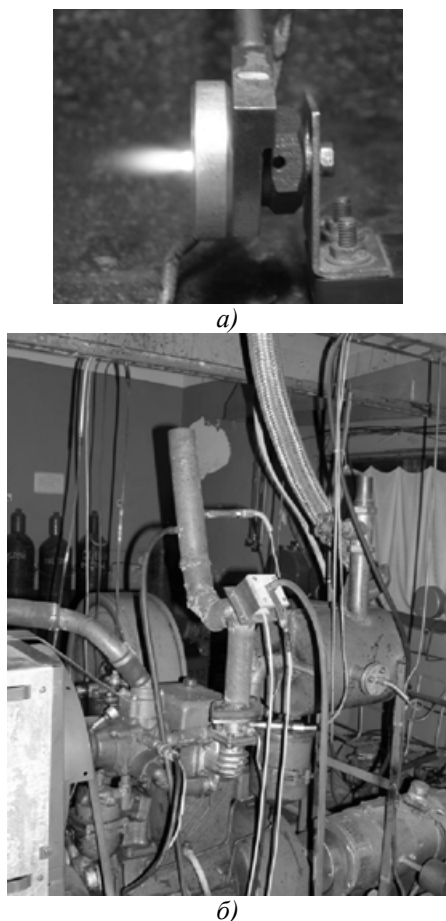


Рис. 2. Плазматрон и место его установки на моторном стенде [5]: а – внешний вид работающего плазматрона; б – внешний вид моторного стенда с установленным плазматроном

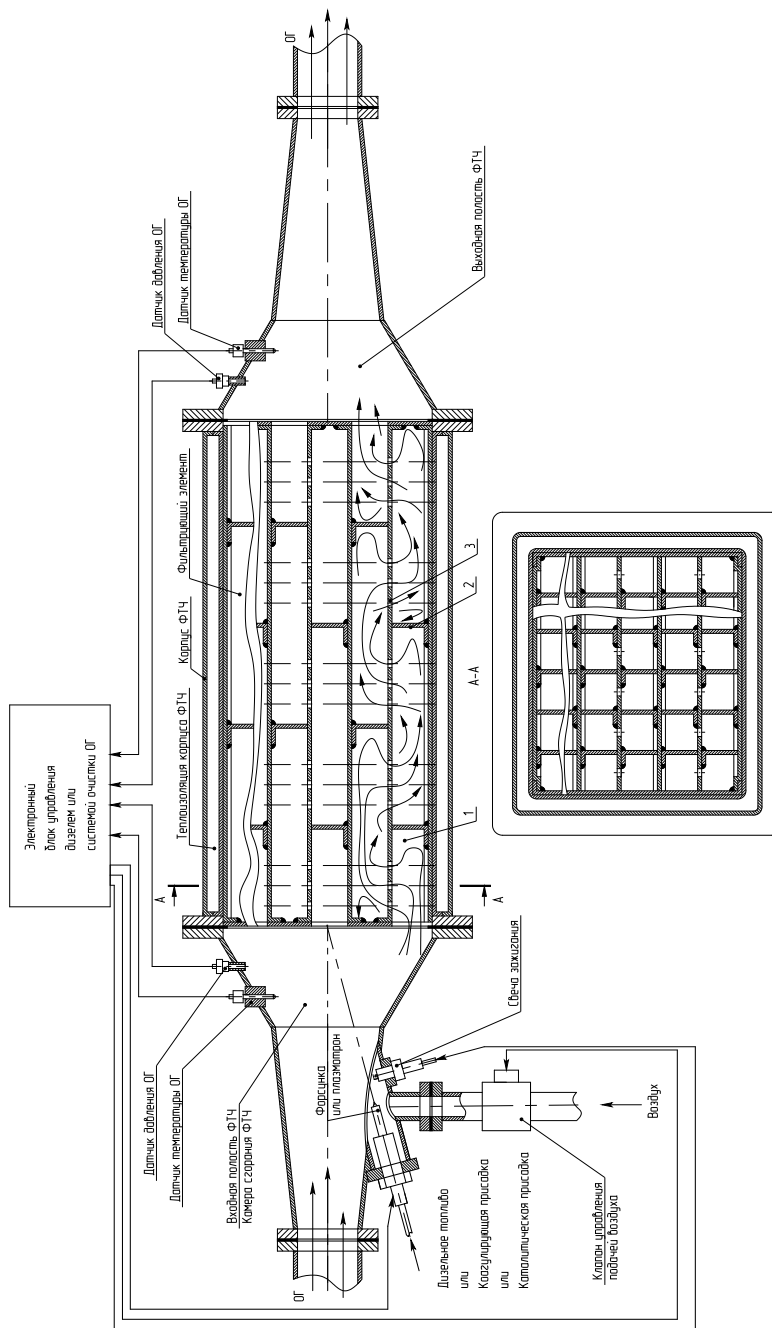


Рис. 3. ФТЧ предлагаемой конструкции [4]

Выводы

По результатам анализа научно-технической литературы и собственных исследований выбраны и описаны возможные способы и средства осуществления процессов регенерации I и II рода ФТЧ новой нетрадиционной модульной конструкции, разработанного в отделе ПЭУ ИПМаш НАНУ.

Предложена схема бортовой системы регенерации I рода для ФТЧ ИПМаш. Схема позволяет осуществить этот процесс с помощью принципиально разных наборов средств реализации вышеописанных способов.

Регенерация II рода для ФТЧ ИПМаш осуществляется вне борта АТС сменой насыпки из ПЦ и промывкой сетчатых кассет и кожухов модулей ФЭ с последующим выжиганием ТЧ в насыпке.

Оценены эксплуатационные параметры процесса регенерации I рода. Межрегенерационный период 12,5 часов работы на режиме максимального крутящего момента и около 40 часов для 13-режимного цикла. Порог противодавления ФТЧ для дизеля 2410,5/12 составляет 10 кПа. Длительность регенерации I рода составляет не более 30 мин. Энергозатраты процесса регенерации I рода при этом сос-

тавляють до 5 кВт.

Експлуатаційні параметри процесу регенерації II роду по існуючим даним оцінити затруднительно.

Список літератури:

1. Строков А.П. *Современные методы очистки отработавших газов дизелей от твердых частиц* / А.П. Строков, А.Н. Кондратенко // *Двигатели внутреннего сгорания*. – 2010. – № 2. – С. 99–104. 2. Кондратенко А.Н. *Регенерация фильтров твердых частиц дизелей* / А.Н. Кондратенко, А.П. Строков, С.А. Вамболь В.М. Семикин // *Двигатели внутреннего сгорания*. – № 1. – 2014. – С. 89-95. 3. Кондратенко О.М. *Аналіз діючих ФТЧ дизелів нетрадиційної конструкції на відповідність сучасним нормам екологічних показників* / О.М. Кондратенко, С.О. Вамболь, О.П. Строков // *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. – Кременчук: КрНУ, 2014. – Вип. 1 (17). – С. 25–30. 4. Кондратенко О.М. *Зниження викиду твердих частинок транспортних дизелів, що перебувають в експлуатації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец 05.05.03 «Двигуни та енергетичні установки»* / О.М. Кондратенко. – Харків, 2013. – 20 с. 5. *Разработка научных основ плазменных и электрофизических технологий повышения эффективности и снижения токсичности двигателей внутреннего сгорания*

при использовании традиционного топлива, водорода и других видов альтернативных топлив. Отчет о НИР / ИПМаш НАНУ; рук. А. Левтеров. – Харьков, 2005. – 319 с. – № ГР 0101U 003588.

Bibliography (transliterated):

1. Strokov A.P. *Sovremennye metody ochistki otrabotavshih gazov dizelej ot tverdyh chastic* / A.P. Strokov, A.N. Kondratenko // *Dvigateli vnutrennego zgoraniya*. – 2010. – № 2. – S. 99 – 104. 2. Kondratenko A.N. *Regeneracyja fyl'trov tverdyh chastyk dizelej* / A.N. Kondratenko, A.P. Strokov, S.A. Vambol' V.M. Semikin // *Dvigateli vnutrennego sgoraniya*. – № 1. – 2014. – S. 89-95. 3. Kondratenko O.M. *Analiz dijuchyh FTCh dizelev netradycijnoi' konstrukcii' na vidpovidnist' suchasnym normam ekologichnyh pokaznykiv* / O.M. Kondratenko, S.O. Vambol', O.P. Strokov // *Naukovyj zhurnal «Ekologichna bezpeka»*. – Kremenchuk: KrNU, 2014. – Vyp. 1 (17). – S. 25 – 30. 4. Kondratenko O.M. *Znyzhennja vykydu tverdyh chastynek transportnyh dizelev, shho perebuvajut' v ekspluataciji': avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk: spec 05.05.03 «Dvyguny ta energetychni ustanovky»* / O.M. Kondratenko. – Kharkiv, 2013. – 20 s. 5. *Razrabotka nauchnyh osnov plazmennyh i elektrofizicheskikh tehnologij povyshennja effektivnosti i snizhenija toksichnosti dvigatelej vnutrennego sgoraniya pri ispol'zovanii tradicionnogo topliva, vodoroda i drugih vidov al'ternativnyh topliv. Otchet o NIR / IPMash NANU; ruk. A. Levterov. – Khar'kov, 2005. – 319 s. – № GR 0101U003588.*

Поступила в редакцию 12.06.2014

Кондратенко Александр Николаевич – канд. техн. наук, вед. инж. отдела поршневых энергоустановок Института проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков, Украина, e-mail: kharkivjanyn@i.ua.

Строков Александр Петрович – доктор техн. наук, проф., зав. отдела поршневых энергоустановок Института проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков, Украина, e-mail: dppr@ipmach.kharkov.ua.

Вамболь Сергей Александрович – доктор техн. наук, доц., зав. кафедры Прикладной механики Национального университета гражданской защиты Украины, г. Харьков, Украина, e-mail: sergvambol@gmail.com.

Авраменко Андрей Николаевич – канд. техн. наук, науч. сотр. отдела поршневых энергоустановок Института проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков, Украина, e-mail: dppr@ipmach.kharkov.ua.

РЕГЕНЕРАЦІЯ ФІЛЬТРУ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК ДИЗЕЛЯ З НАСИПКОЮ З ПРИРОДНОГО ЦЕОЛІТУ

О. М. Кондратенко, О. П. Строков, С. А. Вамболь, А. М. Авраменко

На основі аналізу інформації з науково-технічних літературних джерел наведено результати вибору можливих способів та засобів реалізації регенерації розробленого у відділі поршневих энергоустановок Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України фільтра твердих частинок (ФТЧ) дизеля з насипкою з природного цеоліту у сітчастих касетах. За результатами аналізу запропоновані можливі варіанти реалізації процесів регенерації I і II роду для розробленого ФТЧ. Оцінено значення експлуатаційних параметрів цих процесів.

REGENERATION OF DIESEL PARTICULATE MATTER FILTER WITH BULK NATURAL ZEOLITE

A. N. Kondratenko, A. P. Strokov, S. A. Vambol, A. N. Avramenko

Present paper describes a results of analysis of information from scientific and technical literature and a results of selection of possible ways and implementing them equipment of regeneration for diesel particulate matter filter (DPF) with natural bulk zeolite in stainless steel woven mesh cassettes, which developed in Piston Plants Department of A.N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine. According to the analysis proposed possible variants of realization of regeneration processes of 1st and 2nd kind for the developed DPF. Estimated values of operational parameters of these processes.

Наукове видання

Двигуни внутрішнього згоряння
Всеукраїнський науково-технічний журнал

Відповідальна за випуск І.В. Рикова

Підписано до друку 01.09.2014 р. Формат 60x84 1/8. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman Cyr. Віддруковано на ризографі.

Умовн. друк. арк. 13,75. Обл.-вид арк. 12,8.

Замовлення № 04/09/14. Наклад 300 прим. Ціна договірна.

Віддруковано ФОП Крамаренко Ю.М.

Свідоцтво про держресстрацію АБ № 815827

від 22.03.2013 р.

ДВС 2014 №2