

**НЕЙТРАЛИЗАТОР ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ДВС С КАТАЛИЗАТОРОМ
НА МЕТАЛЛИЧЕСКОМ НОСИТЕЛЕ**

Проблема токсичности отработавших газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Промышленная деятельность человека и значительно увеличившееся количество автомобильного транспорта в последнее время приводит к росту заболеваемости среди населения крупных городов, снижению адаптационных способностей организма людей. Проведенные исследования [1–6] показали, что загрязнение окружающей среды, а именно воздушного бассейна городов, вызванное выбросами в атмосферу отработавших газов ДВС, приводят к снижению общего иммунитета, развитую аллергических заболеваний и даже к снижению интеллектуальных способностей населения.

К сожалению, также получили распространение неизвестные ранее такие явления, как фотохимический смог, кислотные дожди, вызывающие определенные проблемы репродуктивного здоровья населения. Эти негативные для здоровья человека проблемы связаны не в последнюю очередь с растущими выбросами в атмосферу вредных веществ от транспорта, теплоэнергетических установок, промышленных объектов, активными урбанизационными явлениями, увеличением промышленных выбросов и выбросов отработанных газов автомобильным транспортом [7, 8].

Основным загрязнителем окружающей среды в целом и атмосферы в частности в крупных городах является автомобильный транспорт.

Способы уменьшения токсичности выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания. Объем и токсичность выхлопных газов зависят от особенностей конструкции двигателя внутреннего сгорания, от состава топлива и наличия в нем различных присадок, а также от режима эксплуатации двигателя. Это позволяет выделить основные подходы к уменьшению как объема выбросов, так и их токсичности, а именно:

- совершенствование старых конструкций двигателей и разработка новых с учётом требований к их экологичности [9, 10];
- разработка новых присадок к существующим типам топлива [11];
- разработка аппаратов для физико-химической нейтрализации уже образовавшихся токсичных соединений [12].

За счёт простоты аппаратного оформления, пригодности к использованию независимо от типа используемого типа топлива и особенностей конструкции двигателя внутреннего сгорания широкое распространение получила каталитическая нейтрализация отходящих газов двигателей внутреннего сгорания транспортных средств.

Создание каталитически активного покрытия на металлическом носителе. В соответствии с предложенной нами методикой [13] были синтезированы каталитически активные покрытия на носителях типа фольга сплава H80X20. Исследования синтезированного покрытия с помощью атомно-силовой микроскопии показало наличие кристаллических структур на поверхности каталитического покрытия (рис. 1, рис. 2). Кристаллические структуры, погружены в аморфную стеклокристаллические фазу, способствуют увеличению удельной поверхности каталитического покрытия, а также являются концентраторами каталитически активных центров гетерогенно-каталитического процесса конверсии органических соединений и оксида углерода.

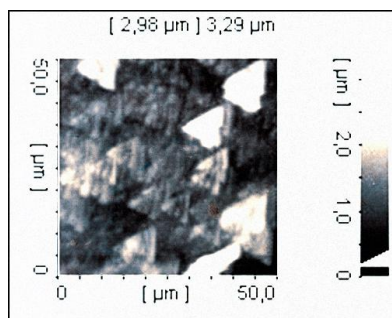


Рисунок 1 - Синтезированное каталитически активное покрытие на носителях типа фольга сплава H80X20 (атомно-силовая микроскопия, фронтальная проекция)

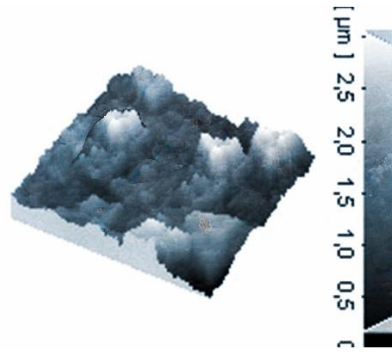


Рисунок 2 - Синтезированное каталитически активное покрытие на носителях типа фольга сплава H80X20 (атомно-силовая микроскопия, изометрия)

Профилограмма синтезированного каталитически активного покрытия на носителях типа фольга сплава H80X20 свидетельствует о значительном осложнении микрорельефа поверхности катализатора (рис. 3). Данные, приведённые на рис. 3 позволяют получить истинное значение площади поверхности каталитически активного покрытия и ввести соответствующие корректировки в разработанные нами математические модели конверсии вредных газовых выбросов на стеклокристаллических каталитических покрытиях, лежащие в основе проектирования опытного образца блока каталитической конверсии.

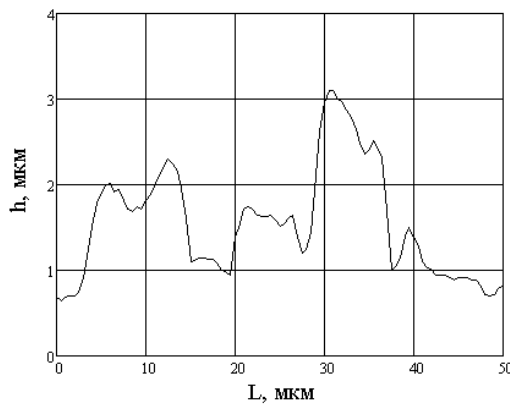


Рисунок 3 - Профилограмма каталитически активного покрытия на носителях типа фольга сплава H80X20

Таблица 1 - Геометрические характеристики каталитически активного покрытия на носителях типа фольга сплава H80X20

Наименование покрытия	Длина профиля покрытия Σ , мкм	Линейный коэффициент увеличения поверхности покрытия σ_L	Коэффициент увеличения площади поверхности покрытия σ_S
Каталитически активное покрытие на носителях типа фольга сплава H80X20	52,757	1,055	1,113

В соответствии с созданной нами математической моделью процесса конверсии вредных газовых выбросов [14] и разработанным методом синтеза катализаторов был спроектирован и изготовлен блок каталитического преобразователя отработавших газов двигателя внутреннего сгорания.

Для оценки эксплуатационных характеристик изготовленного на основе модели процесса очистки и предложенного катализатора блока каталитического преобразователя были проведены сравнительные испытания его эксплуатационных характеристик с новым, выпущенным в США, каталитическим нейтрализатором Bosal 099-886, предназначенным для нейтрализации отходящих газов автомобильных двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием рабочим объемом до 1300 см³. Испытания были проведены на стендовом двигателе ВАЗ-21081.

Технические характеристики стендового двигателя ВАЗ-21081. Двигатель ВАЗ-21081 в штатном исполнении является четырехтактным, бензиновым, карбюраторным с рабочим объемом 1100 см³, степень сжатия 9.0. Номинальная мощность двигателя 40 кВт при частоте вращения коленчатого вала $n=5\ 600\ \text{мин}^{-1}$. Максимальный крутящий момент 77.9 Н·м при $n=3400\ \text{мин}^{-1}$. В качестве топлива использовался бензин А-95. Экспериментальные исследования конверсии газовых выбросов двигателя ВАЗ-21081 было проведено на базе исследовательского моторного стенда кафедры двигателей внутреннего сгорания Национального технического университета «Харьковский политехнический институт».

Моторный стенд оснащен погрузочным устройством, системой подачи топлива, системы выпуска отработанных газов с каталитическим преобразователем, водной и воздушной системами охлаждения, органов управления и измерительной аппаратурой.

Результаты сравнительных испытаний. Проведенные экспериментальные исследования позволили получить данные, представленные в графической форме в виде зависимостей начального (до каталитического нейтрализатора) и остаточного (после него) содержания углеводородов и оксида углерода (II) от мощности, развиваемой двигателем при частоте вращения коленчатого вала $3600\ \text{мин}^{-1}$.

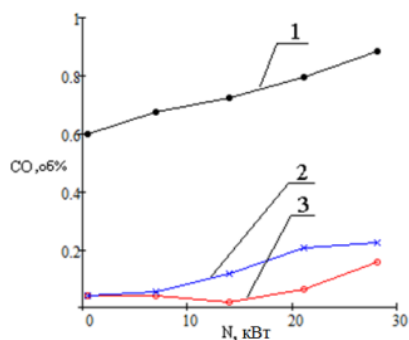


Рисунок 4 - Содержание CO, об.%, в отработавших газах двигателя ВАЗ-21081 до очистки (1), после конверсии: в нейтрализаторе Bosal 099-886 (2) и в разработанном нейтрализаторе (3) в зависимости от мощности двигателя при частоте вращения коленчатого вала $n=3600\ \text{мин}^{-1}$

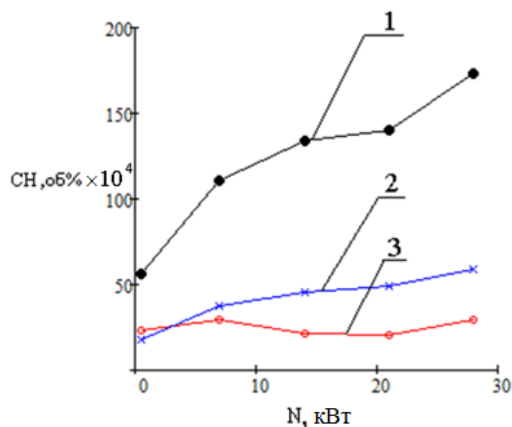


Рисунок 5 - Содержание CH, об.%, в отработавших газах двигателя ВАЗ-21081 до очистки (1), после конверсии: в нейтрализаторе Bosal 099-886 (2) и в разработанном нейтрализаторе (3) в зависимости от мощности двигателя при частоте вращения коленчатого вала $n=3600\ \text{мин}^{-1}$

Выводы. В соответствии с предлагаемыми нами методиками было синтезировано каталитически активное покрытие на металлическом носителе и спроектирован блок каталитической нейтрализации отходящих газов двигателей внутреннего сгорания. Стендовые сравнительные испытания показали более высокую степень очистки отходящих газов ДВС от монооксида углерода и углеводородов в случае использования разработанного нами блока каталитической нейтрализации по сравнению с промышленным аналогом марки Bosal 099-886.

Благодарность. Работа выполнена при поддержке Европейской комиссии, проект DISKNET PIRSES-GA-2011-294933.

Литература

1. Ёркина Н.В. Здоровье населения в контексте экологического мониторинга воздушной среды урбо-системы / Н.В. Ёркина // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2012. – Т. 25 (64), № 1. – С. 75–83.
2. Димань Т.М. Екологія людини : [підручник] / Димань Т.М. – К. : Академія, 2009. – 376 с.
3. Розенберг Г.С. Комплексный анализ урбоэкологических систем (на примере городов Самарской области) / Г.С. Розенберг // Экология. – 1993. – № 4. – С. 13–19.
4. Яницкий О.Н. Экология города. Зарубежные междисциплинарные концепции / Яницкий О.Н. – М.: Наука, 1984. – 240 с.
5. Мазинг В.В. Экосистема города, ее особенности и возможности оптимизации / В.В. Мазинг // Экологические аспекты городских экосистем. – Минск, 1984. – С. 181–191.
6. Стольберг Ф.В. Экология города / Стольберг Ф.В. – Киев : Либра, 2000. – 464 с.
7. Чаплинский Р.Ю. Применение плазменной электроники и фотоники для улучшения экологии дизельных двигателей / Р.Ю. Чаплинский, А.И. Кузьмичёв, О.Д. Вольпян, А.В. Лецишин, Г.Н. Веремейченко // Электроника и связь. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии». – 2010. – № 3. – С. 96–100.
8. Марков В.А. Токсичность отработанных газов дизелей / В.А. Марков, Р.М. Баширов, И.И. Габитов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
9. Кузнецов И.В. Экологические показатели серийного форкамерного ДВС: резервы улучшения / И.В. Кузнецов // Автомобил. пром-сть. – 2005. - № 4. - С. 9–11.
10. Кузнецов И.В. Совершенствование процесса смесеобразования в форкамерном ДВС с целью улучшения экологических и экономических показателей / И. В. Кузнецов // Экология и пром-сть России. – 2006. - № 9. - С. 22–25.
11. Ковалев В.В. Влияние неисправностей карбюраторного двигателя на состав отработавших газов: [Монография] / В. В. Ковалев, В. Н. Пензев, Токарев А. Н. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2002. - 190 с.
12. Звонов В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания / В.А. Звонов — М.: Машиностроение, 1973. – 200 с.
13. Мамалис А.Г. Создание упорядоченных каталитически активных поверхностей для организации селективной последовательности многостадийных многомаршрутных химических реакций / А.Г. Мамалис, В.Е. Ведь, Е.В. Краснокутский // Вісник Національного технічного університету Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск «Хімія, хімічна технологія та екологія». – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. С. 17–23.
14. Krasnokutskii E.V. Substantiating Reaction Mechanism Of Thermocatalytic Benzene Conversion / E.V. Krasnokutskii and V.E. Ved // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2013, Vol. 47, No. 1, pp. 60–65.

Bibliography (transliterated)

1. Yorkina N.V. Zdorove naseleniya v kontekste ekologicheskogo monitoringa vozduшной sredy urbo-sistemyi. N.V. Yorkina. Uchenyie zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. – 2012. – T. 25 (64), # 1. – P. 75–83.
2. Diman T.M. Ekologiya lyudini : [pIdruchnik]. Diman T.M. – K. : Akademiya, 2009. – 376 p.
3. Rozenberg G.S. Kompleksnyiy analiz urboekologicheskikh sistem (na primere gorodov Samarskoy oblasti). G.S. Rozenberg. Ekologiya. – 1993. – # 4. – P. 13–19.
4. Yanitskiy O.N. Ekologiya goroda. Zarubezhnyie mezhdistsiplinarnyie kontseptsii. Yanitskiy O.N. – M.: Nauka, 1984. – 240 p.
5. Mazing V.V. Ekosistema goroda, ee osobennosti i vozmozhnosti optimizatsii. V.V. Mazing. Ekologicheskie aspektyi gorodskih ekosistem. – Minsk, 1984. – P. 181–191.
6. Stolberg F.V. Ekologiya goroda. Stolberg F.V. – Kiev : Libra, 2000. – 464 p.
7. Chaplinskiy R.Yu. Primenenie plazmennoy elektroniki i fotoniki dlya uluchsheniya ekologii dizelnyih dvigateley. R.Yu. Chaplinskiy, A.I. Kuzmichyov, O.D. Volpyan, A.V. Leschishin, G.N. Veremeychenko. Elektronika i svyaz. Tematicheskii vyipusk «Elektronika i nanotehnologii». – 2010. – # 3. – P. 96–100.
8. Markov V.A. Toksichnost otrabotannyih gazov dizeley. V.A. Markov, R.M. Bashirov, I.I. Gabitov. – M.: MGTU im. N.E. Baumana, 2002. – 376 p.

9. Kuznetsov I.V. Ekologicheskie pokazateli seriynogo forkamernogo DVS: rezervyi uluchsheniya. I.V. Kuznetsov. Avtomobil. prom-st. – 2005. # 4. P. 9–11.

10. Kuznetsov I.V. Sovershenstvovanie protsessa smeseobrazovaniya v forkamernom DVS s tselyu uluchsheniya ekologicheskikh i ekonomicheskikh pokazateley. I.V. Kuznetsov. Ekologiya i prom-st Rossii. – 2006. # 9. P. 22–25.

11. Kovalev V.V. Vliyanie neispravnostey karbyuratornogo dvigatelya na sostav otrabotavshih gazov: [Monografiya]. V.V. Kovalev, V.N. Penzev, Tokarev A.N. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2002. 190 p.

12. Zvonov V.A. Toksichnost dvigateley vnutrennego sgoraniya. V.A. Zvonov — M.: Mashinostroenie, 1973. – 200 p.

13. Mamalis A.G. Sozdanie uporyadochennykh kataliticheskikh aktivnykh poverhnostey dlya organizatsii selektivnoy posledovatelnosti mnogostadiynnykh mnogomارشrutnykh himicheskikh reaktsiy. A.G. Mamalis, V.E. Ved, E.V. Krasnokutskiy. Visnik Natsionalnogo tehničnogo universitetu Harkivskiy politehničnij institut». Zbirnik naukovih prats. Tematičnij vipusk «Himiya, himična tehnologiya ta ekologiya». – Harkiv: NTU «HPI», 2010. P. 17–23.

14. Krasnokutskii E.V. Substantiating Reaction Mechanism Of Thermocatalytic Benzene Conversion. E.V. Krasnokutskii and V.E. Ved. Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2013, Vol. 47, No. 1, pp. 60–65.

УДК 544.4:66.021.3

Краснокутський Є.В., Ведь В.Є., Петар Варбанов, Сатаєв М.І.

**НЕЙТРАЛІЗАТОР ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВЗ ІЗ КАТАЛІЗАТОРОМ
НА МЕТАЛЕВОМУ НОСІЇ**

У роботі показана структура каталітично активного покриття на металевому носії, розроблено блок каталітичної нейтралізації із запропонованим каталізатором на металевому носії. Показано результати порівняльних стендових випробувань із очищення відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання розробленим блоком каталітичної нейтралізації та його промисловим аналогом марки Bosal 099-886.

Krasnokutsky Ye.V., Ved V.E., Petar Varbanov, Sataev M.I.

**NEUTRALIZER OF COMBUSTION ENGINE EXHAUST GASES WITH A CATALYST
ON A METAL CARRIER**

In paper the structure of the catalytically active coating on a metal support is shown. Catalytic unit with the proposed metallic catalyst carrier is designed. The results of comparative bench testing of exhaust gases purification of internal combustion engines with designed catalytic unit and its industrial analogues Bosal 099-886.