

Вперше виявлено різниця між значеннями величин коефіцієнтів ефективності роботи фільтра твердих частиц дизельного двигателя внутрішнього згорання попарно для масового часового виброса твердих частиц с потоком отработаних газів і димності і токсичності отработаних газів, зв'язаних між собою формулою пересчета.

Ключевые слова: технології захисти оточуючої середовища; екологічна безпека; енергетичні установи; двигатели внутрішнього згорання; виброс твердих частиц; димність; формула пересчета; метрологія; поллютанти.

УДК 503.175; 621.43.06

DOI: 10.20998/0419-8719.2019.2.08

А.П. Полив'янчук, І.В. Парсаданов, О.П. Строков, О.І. Каслін, О.О. Скурідіна

СТВОРЕННЯ НА БАЗІ МІКРОТУНЕЛЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ДВИГУНІВ І КОТЕЛЕНЬ

Наведено опис експериментального зразка універсальної системи екологічного діагностування транспортних двигунів і котельних установок, розробленої фахівцями Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова і Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Відзначено відмінні властивості цієї системи: універсальність, багатофункціональність, компактність, мобільність, простота в експлуатації, високі ступінь автоматизації та інформативність одержуваних результатів, можливість використання в науково-дослідній та у навчальній сферах. Розглянуто: структуру, склад та функціональні можливості основних модулів цієї системи: 1) вимірального, що включає в себе пробовідбірний пристрій – мікротунель МКТ-2, прилади та обладнання для безпосереднього контролю показників хімічного і фізичного забруднення навколишнього середовища; 2) тестувально-демонстраційного, що складається з автономної установки для дослідження аеродинамічних процесів у вихлопних системах двигунів і димових трубах котелень, лабораторної стійки-трансформера для монтажу різних випробувальних стендів, мультимедійного комплексу, оснащеного планшетним ПК і інформаційною SMART-панеллю з діагоналлю 43 "для демонстрації роботи приладів, обладнання, прикладних програм, результатів досліджень та ін.; 3) лабораторного, що складається з приладів та обладнання для лабораторного аналізу проб, відібраних в ході екологічних досліджень натурних об'єктів. Систематизовані методи і методики, що дозволяють визначати і аналізувати показники, що характеризують хімічні і фізичні забруднення навколишнього середовища транспортними двигунами і котельнями. Представлені результати експериментального відпрацювання виміральної системи на натурних об'єктах: бензиновому двигуні легкового автомобіля - ВАЗ-21081, автотракторному дизелі - 4ЧН12/14, газових котлах - ДКВР-20/13, АОГВ-100Е, твердопаливному котлі - КЧ-М-2М-4. Випробування підтвердили практичну придатність створеної виміральної системи.

Ключові слова: транспортні двигуни; котельні установки; забруднюючі речовини; екологічне діагностування; універсальна система; мікротунель; експериментальне відпрацювання.

Вступ

Екологічність є одним з найбільш важливих показників якості сучасних транспортних двигунів (ТД) і котельних установок (КУ), що обумовлено значним негативним впливом хімічного та фізичного характеру цих об'єктів на довкілля. Сумарна частка у забрудненні атмосферного повітря міського середовища комунальними КУ та транспортними ДВЗ досягає 90%. Систематичні викиди забруднюючих речовин з димовими газами котелень та відпрацьованими газами двигунів призводять до погіршення показників якості навколишнього середовища (НС), підвищення канцерогенної небезпеки та виникнення регіональних і глобальних екологічних проблем. У зв'язку з цим створення систем екологічного діагностування ТД і КУ, які дозволяють ефективно оцінювати вплив цих об'єктів на довкілля, є актуальним напрямком досліджень.

До найбільш значимих властивостей систем екологічного діагностування ТД і КУ слід віднести:

– універсальність – можливість використання на моторних і безмоторних випробувальних стендах, натурних об'єктах, різних за типом, призначенням, габаритами;

– багатофункціональність – можливість одночасного визначення екологічних показників, які характеризують хімічні та фізичні забруднення навколишнього середовища, зокрема масові і питомі викиди в атмосферу забруднюючих речовин і парникових газів з димовими газами (ДГ) котелень і відпрацьованими газами (ВГ) двигунів, акустичні і теплові забруднення, коливання, вібрації, ін.;

– забезпечення регламентованої точності вимірювань при меншій, ніж у аналогів, вартості обладнання;

– компактність, мобільність та зручність у експлуатації;

– забезпечення можливості тривалої автономної роботи без використання електричних мереж;

– висока інформативність отриманих результатів;

– інноваційність впроваджених технологічних та технічних рішень;

- здатність до удосконалення – підвищення ефективності та розширення виконуваних функцій;
- забезпечення можливості наочної демонстрації принципу дії обладнання при використанні у навчальному процесі.

Мета і завдання дослідження

Мета роботи полягала в створенні та експериментальному відпрацюванні автоматизованої універсальної системи екологічного діагностування транспортних двигунів та котельних установок різного призначення за показниками, що характеризують матеріальні і фізичні забруднення НС.

Для досягнення цієї мети вирішені наступні завдання:

- 1) створення експериментального зразку універсальної системи екологічного діагностування ТД і КУ;
- 2) систематизація методик визначення екологічних показників ТД і КУ, які характеризують хімічні та фізичні забруднення НС;
- 3) експериментальне відпрацювання універсальної системи екологічного діагностування ТД і КУ на натурних об'єктах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Найбільш чутливим і точним обладнанням для визначення концентрацій та викидів забруднюючих речовин (ЗР), що утворюються при згорянні вуглеводних палив, є розбавляючі тунелі, які використовуються при проведенні екологічної сертифікації автомобільних та інших транспортних ДВЗ [1-4]. Це обумовлено тим, що серед різних типів ТД і КУ автомобільні двигуни характеризуються найнижчими допустимими рівнями концентрацій ЗР у ВГ, які за останні 15 років, при переході від норм EURO-3 до EURO-6, зменшились у 2,5...10 разів [5]. Також тунелі характеризуються високою швидкістю та здатні вимірювати масові та питомі викиди ЗР з ВГ при випробуваннях ДВЗ за їздовими та транзйєнтними циклами [6]: New European Driving Cycle (NEDC), European Transient Cycle (ETC), Worldwide Transient Vehicle Cycle (WTVC) та ін.

Серед існуючих типів тунелів найбільш компактним і мобільним та найменш вартісним обладнанням є мікротунелі (МКТ), які характеризуються: діаметром та довжиною трубопроводу розбавлення ВГ – $D \times L - 2,5...4 \text{ см} \times 25...40 \text{ см}$; продуктивністю пробовідбірного насосу – 60...125 лн/хв.; коефіцієнтом розбавлення ВГ – 4...50 [4]. В МКТ для визначення концентрацій ЗР у ВГ (ДГ) використовується метод динамічного розбавлення газової проби повітрям до температури, яка не перевищує 52 °С – точку роси важких вуглеводнів, що містяться у продуктах згоряння палива [2]. Цей метод до-

зволяє імітувати природний процес потрапляння ЗР у атмосферу та має такі переваги перед методом прямого вимірювання концентрацій ЗР у ВГ (ДГ): зменшується хімічна активність і температура газової проби та покращуються умови експлуатації пробовідбірного обладнання, діапазони вимірювання концентрацій ЗР збільшуються пропорційно коефіцієнту розбавлення ВГ (ДГ), розширюється галузь застосування газоаналізаторів [4]. Порівняно з процедурами визначення екологічних показників транспортних ДВЗ аналогічні процедури для КУ є менш складними та передбачають встановлення фактичних рівнів хімічних та фізичних забруднень на регламентованих режимах роботи цих об'єктів. При цьому допустимі значення цих показників також мають тенденцію до зниження [7].

Виклад основного матеріалу

Експериментальний зразок універсальної системи екологічного діагностування ТД і КУ створено на основі мікротунелю МКТ-2 – установки для динамічного розбавлення проби димових (відпрацьованих) газів повітрям, що дозволило забезпечити такі властивості цієї системи, як: багатофункціональність, компактність, мобільність, зручність у експлуатації, висока ступінь автоматизації, інформативність результатів, здатність до вирішення як науково-дослідних, так і навчальних завдань.

Основними елементами створеної вимірювальної системи є 3 модулі: вимірювальний, тестувально-демонстраційний та лабораторний.

До складу вимірювального модулю входять:

- система динамічного розбавлення проби – мікротунель МКТ-2 (рис. 1);



Рис. 1. Основні елементи мікротунелю МКТ-2: 1 – пробовідбірний пристрій; 2 – електронний модуль керування; 3 – камера для зважування фільтрів

- прилади і обладнання для безпосереднього вимірювання екологічних показників, що характери-

зують хімічні та фізичні забруднення навколишнього середовища (рис. 2), зокрема: портативний газоаналізатор ОКСИ 5М, електроаспіратор АСА-2М, шумомір-реєстратор ДТ-8852, тепловізор Testo 871, пневмометричні трубки конструкції НІІОГАЗ різної довжини, мікроманометр ММН 2400 та ін.



Рис. 2. Прилади контролю забруднень НС

До складу тестувально-демонстраційного модулю входять:

- установка для досліджень аеродинамічних процесів, що протікають у вихлопних системах двигунів та димових трубах котельні, процесів відбору та підготовки до аналізу газових проб (рис. 3);



Рис. 3. Установка для досліджень аеродинамічних процесів в трубах КУ і ТД

- лабораторна стійка-трансформер, на базі якої можуть збиратися різні вимірювальні та випробувальні стенди відповідно до завдань досліджень (рис. 4);

- мультимедійний комплекс, оснащений планшетним ПК з комплектом спеціалізованого програмного забезпечення і доступом до мережі Internet та інформаційною SMART-панеллю діаметром 43" для демонстрації роботи приладів, обладнання, прикладних програм, результатів досліджень тощо.

До складу лабораторного модулю (рис. 5) входять лабораторні прилади, обладнання і витратні матеріали, які використовуються при проведенні аналізу

проб, відібраних в ході екологічних досліджень натурних об'єктів, зокрема: спектрофотометри КФК-2, ULAB 102, електронні ваги Radwag AS 60/220 R2, ТВЕ-0,5-0,01, витяжна шафа ШВЛ-02, шафа сушильна СП-30, хімічні реактиви, посуд.



Рис. 4. Лабораторна стійка-трансформер



Рис. 5. Загальний вигляд лабораторії екологічного моніторингу

При використанні універсальної системи екологічного діагностування ТД і КУ застосовуються нормовані методи та методики контролю хімічних та фізичних забруднень навколишнього середовища, а саме:

- методи відбору, транспортування та підготовки до аналізу газових проб, що відбираються з димових труб КУ;
- методика визначення швидкості та витрати газового потоку в димовій трубі КУ;
- методика визначення масових викидів забруднюючих речовин, що містяться у ВГ ДВЗ;
- методика проведення лабораторного аналізу газових проб з використанням спектрофотометру;

- методика оцінки ступеня забруднення атмосфери димовими газами КУ;
- методика оцінки еколого-економічних збитків від забруднення атмосфери шкідливими викидами котельні;
- методика вимірювань транспортних та промислових шумів з використанням шумоміру.

Результати досліджень та їх аналіз

З метою експериментального відпрацювання створеної вимірювальної системи проведено комплекс експериментальних досліджень на натурних об'єктах.

Дослідження екологічних показників транспортних двигунів. Проведено комплексні дослідження з визначення концентрацій та масових викидів забруднюючих речовин з ВГ бензинового двигуна легкового автомобіля ВАЗ-21081 при його роботі на режимі холостого ходу (рис. 6) та автотракторного дизеля 4ЧН12/14 на різних режимах його роботи (рис. 7).

В ході випробувань досліджено рівні виробничого шуму в машинному залі під час роботи моторних стендів у відповідності до методики [8] (рис. 8).

Дослідження екологічних показників котельні. На базі котла ДКВР-20/13 газової котельні, розташованої у п.мт. Рогань, Харківського р-ну, Харківської обл. проведено: відпрацювання методик вимірювання швидкості та витрати потоку ДГ в газоході з прямокутним перетином, визначення концентрацій газоподібних забруднюючих речовин у ДГ (рис. 9), відпрацювання процедури тепловізійного обстеження обладнання та теплозахисних конструкцій КУ з використанням тепловізора Testo 871 та програмного забезпечення для аналізу термограм IrSoft (рис. 10).



Масова витрата ВГ, кг/год	Концентрація у ВГ		Масовий викид ЗР, кг/год	
	CO, %	NO _x , ppm	CO	NO _x
72,1	0,65	215	0,362	0,012

Рис. 6. Результати досліджень екологічних показників бензинового двигуна ВАЗ-21081

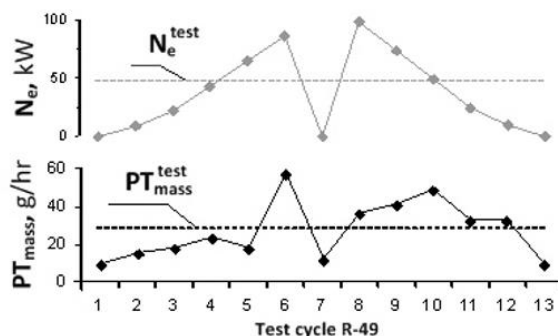


Рис. 7. Результати екологічних випробувань автотракторного дизеля 4ЧН12/14 за Європейським стаціонарним циклом ESC (R-49)

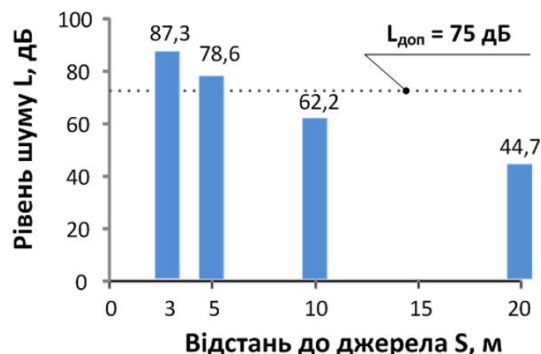
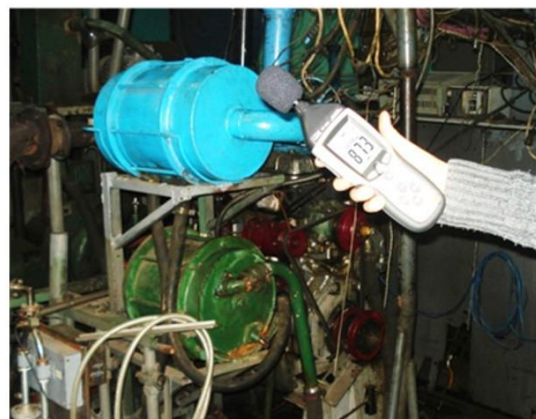


Рис. 8. Результати досліджень рівнів виробничого шуму в машинному залі



Рис.9. Контроль швидкості і витрати потоку та токсичності димових газів КУ

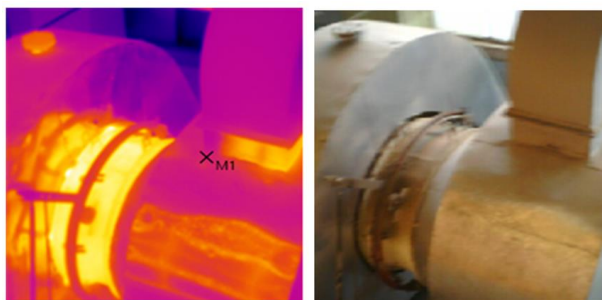


Рис. 10. Результати теплодіагностики КУ

Відповідно до методики [9] на базі програмного комплексу «ЭОЛ 2000 [h]» з утилітою «Показник ризику» проведено розрахунки забруднення атмосфери прилеглих територій двома КУ: 1) газової котельні Дублянської загальноосвітньої школи I-III ступенів з котлом АОГВ-100Е номінальною потужністю $N_{ном} = 100$ кВт (джерело викиду – труба висотою 10 м з круглим гирлом діаметром 0,3 м; заміри викидів димових газів виконані при навантаженні $0,54 \cdot N_{ном}$); 2) котельні Мурафської загальноосвітньої школи I-III ступенів з котлом КЧМ-2М-4 номінальною потужністю $N_{ном} = 50$ кВт, що

працює на дерев'яних пелетах (джерело викиду – труба висотою 8 м з круглим гирлом діаметром 0,3 м; заміри викидів димових газів виконані при навантаженні $0,4 \cdot N_{ном}$) (табл. 1).

Таблиця 1. Результати досліджень забруднення атмосфери КУ

Об'єкт	Максимальна приземна концентрація C_m , долі ГДК		Відстань до C_m від джерела X_m , м	Небезпечна швидкість повітря, V_m , м/с	Радіус зони впливу джерела, м
	NO ₂	CO			
1 – котел АОГВ-100Е Дублянська ЗОШ	NO ₂	0,0417	26,14	0,50	115
	NO	0,0052			
	CO	0,1424			
2 – котел КЧМ-2М-4 Мурафська ЗОШ	NO ₂	0,1072	23,11	0,56	80
	NO	0,0085			
	CO	0,0908			

Експериментальне відпрацювання підтвердило практичну придатність створеної вимірювальної системи для проведення ефективного контролю хімічних і фізичних забруднень навколишнього середовища ТД і КУ та продемонструвало її універсальність, мобільність і зручність у експлуатації.

Висновки

1. Створено експериментальний зразок універсальної системи екологічного діагностування транспортних двигунів і котельень, відмінними властивостями якої є: багатофункціональність, компактність, мобільність, зручність у експлуатації, висока ступінь автоматизації, інформативність результатів, здатність до вирішення як науково-дослідних, так і навчальних завдань. Система складається з 3-х модулів: *вимірювального*, який містить: мікротунель МКТ-2, прилади і обладнання для безпосереднього вимірювання показників хімічного та фізичного забруднення навколишнього середовища; *тестувально-демонстраційного*, який складається з: установки для досліджень аеродинамічних процесів у вихлопних системах двигунів та димових трубах котельень, лабораторної стійки-трансформеру, на базі якої можуть збиратися різні вимірювальні та випробувальні стенди, мультимедійного комплексу, оснащеного планшетним ПК з пакетом спеціалізованого програмного забезпечення та інформаційною SMART-панеллю для демонстрації роботи приладів, обладнання, програм тощо; *лабораторного*, який містить лабораторні

прилади, обладнання і витратні матеріали для аналізу проб, відібраних в ході екологічних досліджень натурних об'єктів.

2. Визначено та систематизовано нормовані методи та методики, які дозволяють визначати показники, що характеризують хімічні та фізичні забруднення навколишнього середовища тепловими двигунами та котельнями, а саме: методи відбору, транспортування та підготовки до аналізу газових проб, методики: визначення швидкості та витрати потоку в газозоді, оцінки ступеня забруднення атмосфери шкідливими викидами котельень та ін.

3. Проведено експериментальне відпрацювання універсальної системи екологічного діагностування котельних установок і транспортних двигунів на натурних об'єктах: бензиновому двигуні легкового автомобіля ВАЗ-21081, автотракторному дизелі 4ЧН 12/14, котельнях з газовими ДКВР-20/13, АОГВ-100Є і твердопаливним КЧМ-2М-4 котлами; це підтвердило практичну придатність створеної вимірювальної системи для ефективного контролю хімічних і фізичних забруднень довкілля та продемонструвало її універсальність, мобільність і зручність у експлуатації.

Список літератури:

1. Foote E. Evaluation of Partial Flow Dilution Methodology for Light Duty Particulate Mass Measurement / E. Foote, M. Maricq, M. Sherman, D. Carpenter et al. // SAE Technical Paper № 2013-01-1567. – 2013. – 10 p. 2. Редзюк А.М. Щодо визначення масових викидів забруднюючих речовин двигунами колісних транспортних засобів / А.М. Редзюк, О.А. Клименко, О.В. Кудренко // Автошляховик України. – 2012. – № 4 (228) – С. 2–7. 3. Клименко О.А. Дослідження та створення перспективної системи для визначення масових викидів забруднюючих речовин у відпрацьованих газах двигунів / О.А. Клименко, А.М. Редзюк, О.В. Кудренко, С.О. Ричок // Автошляховик України. – 2012. – № 5 (229) – С. 2–8. 4. Lianga Z. Investigation of SVOC nanoparticle emission from light duty diesel engine using GC×GC-ToF-MS / Z. Lianga, J. Tiana, S. Zeraati Rezaeia, Y. Zhanga et al. // School of Mechanical Engineering, University of Birmingham, UK. – 2015. – 31 p. 5. Littera D. Comparison of Particulate Matter Emissions from Different Aftertreatment Technologies in a Wind Tunnel / D. Littera, A. Cozzolini, M. Besch, M. Velardi et al. // SAE Technical Paper № 2013-24-0175. – 2013.

– 17 p. 6. Bielaczyc P. Exhaust Emissions of Gaseous and Solid Pollutants Measure over the NEDC, FTP-75 and WLTC Chassis Dynamometer Driving Cycles / P. Bielaczyc, J. Woodburn Szczotka // SAE Technical Paper № 2016-01-1008. – 2016. – 13 p. 7. Варламов Г.Б. Засадні підходи до створення методологічних основ енерго-екологічного аналізу експлуатації об'єктів ПЕК / Г.Б. Варламов, К.О. Приймак, Х. Шварцова // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2013. – № 10 (116). – С. 2-9. 8. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – К., 1999. – 34 с. 9. ОНД 86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. С.-Пб., Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.

Bibliography (transliterated):

1. Foote, E., Maricq, M., Sherman, M., Carpenter, D. (2013). Evaluation of Partial Flow Dilution Methodology for Light Duty Particulate Mass Measurement. SAE Technical Paper, 2013-01-1567, 10. [in English]. 2. Redzuc, A., Klimentko, O., Kudrenko, O. (2012). Concerning the determination of mass emissions of pollutants by the engines of wheeled vehicles. [Shhodovy` znachennya masovy`x vy`ky`div zabrudnyuyuchy`x rechovy`n dvy`gunamy` kolisny`x transportny`x zasobiv]. Avtoшlyahovyk Ukraine, 4 (228), 2-7. [in Ukrainian]. 3. Klimentko, O., Redzuc, A., Kudrenko, O., Rychok, S. (2012). Research and creation of a perspective system for the determination of mass emissions of pollutants in exhaust gases of engines. [Doslidzhennya ta stvorennya perspektyvnoyis y`stemy` dlya vy`znachennya masovy`x vy`ky`div zabrudnyuyuchy`x rechovy`n u vidprac`ovany`x gazax dvy`guniv]. Avtoшlyahovyk Ukraine, 5 (229), 2-8. [in Ukrainian]. 4. Lianga, Z., Tiana, J., Zeraati Rezaeia, S., Zhanga, Y. (2015). Investigation of SVOC nanoparticle emission from light duty diesel engine using GC×GC-ToF-MS, School of Mechanical Engineering, University of Birmingham, UK, 31. [in English]. 5. Littera, D., Cozzolini, A., Besch, M., Velardi, M. (2013). Comparison of Particulate Matter Emissions from Different Aftertreatment Technologies in a Wind Tunnel. SAE Technical Paper, 2013-24-0175, 17. [in English]. 6. Bielaczyc, P., Woodburn, J. (2016). Exhaust Emissions of Gaseous and Solid Pollutants Measure over the NEDC, FTP-75 and WLTC Chassis Dynamometer Driving Cycles. SAE Technical Paper, 2016-01-1008, 13. [in English]. 7. Varlamov, G., Prymak, K., Shvarzova, H. (2013). General approach to the creation of methodological bases of energy-ecological analysis of the operation of fuel and energy complex facilities. [Zagal`ni pidhody` do stvorennya metodologichny`x osnov energo-ekologichnogo analizu ekspluatsiyi ob`yektiv PEK]. Energysaving. Power engineering. Energy audit, 10(116), 2-9. [in Ukrainian]. 8. SSN 3.3.6.037-99. (1999). Sanitary norms of production noise, ultrasound and infrasound. [Sanitarni normy` vy`robny`chogo шуму, ul`trazvuku ta infrazvuku]. Standards publisher, 34. [in Ukrainian]. 9. ISD 86. (1987). Method of calculating concentrations in the air of harmful substances contained in emissions of enterprises [Metodika rascheta kontsentratsiy v atmosferom vozduhe vrednyih veschestv, soderzhaschihsya v vybrosah predpriyatij]. Hydrometeoizdat, 93. [in Russian].

Надійшла до редакції 24.06.2019 р.

Полив'янчук Андрій Павлович – доктор техн. наук, проф., професор кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна; e-mail - armail@meta.ua; <http://orcid.org/0000-0002-9966-1938>.

Парсаданов Ігор Володимирович – доктор техн. наук, проф., головний науковий співробітник кафедри двигунів внутрішнього згорання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна; e-mail: parsadanov@kpi.kharkov.ua, <http://orcid.org/0000-0003-0587-4033>.

Строков Олександр Петрович – доктор техн. наук, проф., професор Класичного приватного університету, Запоріжжя, Україна; e-mail - kpuinform@gmail.com.

Каслін Олександр Ігорович – інженер кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна; e-mail - vinchester280@gmail.com.

Скурідіна Олена Олександрівна – аспірант кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна; e-mail – ecology@kname.edu.ua.

СОЗДАНИЕ НА БАЗЕ МИКРОТУННЕЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И КОТЕЛЬНЫХ

А.П. Поливянчук, И.В. Парсаданов, А.П. Строчков, А.И. Каслин, А.А. Скуридина

Приведено описание экспериментального образца универсальной системы экологического диагностирования транспортных двигателей и котельных установок, разработанной специалистами Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова и Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Отмечены отличительные свойства этой системы: универсальность, многофункциональность, компактность, мобильность, простота в эксплуатации, высокие степень автоматизации и информативность предоставляемых результатов, возможность использования в научно-исследовательской и учебной сферах. Рассмотрены: структура, состав и функциональные возможности основных модулей этой системы: 1) измерительного, включающего в себя пробоотборное устройство – микротуннель МКТ-2, приборы и оборудование для непосредственного контроля показателей химического и физического загрязнения окружающей среды; 2) тестирующе-демонстрационного, состоящего из автономной установки для исследования аэродинамических процессов в выхлопных системах двигателей и дымовых трубах котельных, лабораторной стойки-трансформера для монтажа различных испытательных стендов, мультимедийного комплекса, оснащенного планшетным ПК и информационной SMART-панелью с диагональю 43" для демонстрации работы приборов, оборудования, прикладных программ, результатов исследований и др.; 3) лабораторного, состоящего из приборов и оборудования для лабораторного анализа проб, отобранных в ходе экологических исследований природных объектов. Систематизированы методы и методики, позволяющие определять и анализировать показатели, характеризующие химические и физические загрязнения окружающей среды транспортными двигателями и котельными установками. Представлены результаты экспериментальной отработки измерительной системы на природных объектах: бензиновом двигателе легкового автомобиля - ВАЗ-21081, автотракторном дизеле - 4ЧН12/14, газовых котлах - ДКВР-20/13, АОГВ-100Э, твердоотопливном котле – КЧ-М-2М-4. Испытания подтвердили практическую пригодность созданной измерительной системы.

Ключевые слова: транспортные двигатели; котельные установки; загрязняющие вещества; экологическое диагностирование; универсальная система; микротуннель; экспериментальная отработка.

CREATING ON A MICROTUNNEL BASIS UNIVERSAL SYSTEM OF ECOLOGICAL DIAGNOSTICS OF TRANSPORT ENGINES AND BOILER PLANTS

A. Polivyanchuk, I. Parsadanov, O. Strokov, O. Kaslin, O. Skuridina

A description is given of an experimental sample of a universal system for the environmental diagnosis of transport engines and boiler plants, developed by specialists from O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv and the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". The distinctive features of this system are noted: universality, multifunctionality, compactness, mobility, ease of operation, high degree of automation and information content of the results provided, possibility of use in research and educational fields. The following are examined: the structure, composition and functionality of the main modules of this system: 1) a measuring device, which includes a sampling device - MKT-2 microtunnel, instruments and equipment for direct monitoring of indicators of chemical and physical pollution of the environment; 2) testing and demonstration, consisting of a stand-alone installation for the study of aerodynamic processes in the exhaust systems of engines and chimneys of boilers, a transformer laboratory rack for mounting various test benches, a multimedia complex equipped with a tablet PC and a 43" diagonal information panel for demonstration operation of instruments, equipment, application programs, research results, etc.; 3) laboratory, consisting of instruments and equipment for laboratory analysis of samples, from collected in the course of environmental studies of natural objects. Systematic methods and techniques to determine and analyze indicators characterizing chemical and physical pollution of the environment by transport engines and boiler plants. The results of experimental testing of the measuring system at full-scale objects: gasoline engine of a car - VAZ-21081, automotive diesel engine - 4CH12/14, gas boilers - DKVP-20/13, AOGV-100E, solid fuel boiler - KCH-M-2M-4. Tests have confirmed the practical suitability of the created measuring system.

Key words: transport engines; boiler plants, pollutants; environmental diagnosis; universal system; microtunnel; experimental testing.