

**ВИПРОБУВАННЯ НЕЙТРАЛІЗАТОРА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ
ДВИГУНІВ З ПРИМУСОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ**

А.А. Лісовал, І.В. Парсаданов, Ю.А. Свистун, І.В. Рикова

У статті представлені результати порівняльних стендових випробувань автомобільного бензинового двигуна фірми Volkswagen моделі VW BBY (робочий об'єм 1,39 л, потужність 55 кВт при 5000 хв⁻¹) при різній комплектації блоків зовнішньої каталітичної нейтралізації: перша – серійна комплектація, друга – замість основного блоку був встановлений експериментальний каталітичний нейтралізатор. Для підтвердження результатів оцінки ефективності експериментального нейтралізатора додатково проведено його випробування на газовому двигуні 8СН10/8,8, який працював на привід електричного генератора (30кВт).

**TESTS OF NEUTRALIZER ON EFFICIENCY OF CLEANING OF EXHAUST GASES
OF ENGINE WITH A FORCE LIGHTING**

A.A. Lisoval, I.V. Parsadanov, Yu.A. Svistun, I.V. Rykova

The article presents the results of comparative bench testing of automobile petrol engine Volkswagen models VW BBY (working volume of 1.39 liters, the power of 55 kW at 5000 min⁻¹) with various configurations of the external catalytic neutralizer : the first - standard equipment, second - instead of the main unit It was installed an experimental catalyst. In order to confirm the results of evaluation of the effectiveness of the experimental converter conducted its tests on the gas engine 8СН10/8.8, who worked for the electric power generator (30 kW).

Comparative analysis of the test results showed that in general the catalytic neutralizer in place of the main unit in the exhaust system of the engine VW BBY can work virtually no worse than a serial basic converter unit. The most effective catalyst is responsible for the neutralization of nitrogen oxides.

УДК 621.43.068.4 : 628.477 : 519.876.5

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

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Рассмотрены виды источников негативного влияния на окружающую природную среду поршневых двигателей внутреннего сгорания – поллютанты, вредные факторы и отходы. На основе системного подхода и принципа многоуровневой декомпозиции предложены обшая и детализированная схемы системы управления экологической безопасностью эксплуатации энергетических установок с ДВС, а также выполнена формализация решения задачи ее построения.

Постановка проблемы

Существенное негативное влияние на равновесие в окружающей природной среде (ОПС) и экологическую безопасность (ЭБ) в урбосистемах в Украине оказывает транспорт и энергетические установки (ЭУ), оснащенные поршневыми ДВС. ДВС являются источниками нескольких видов загрязнения ОПС (поллютантов, вредных факторов и отходов), к которым следует отнести следующие:

1) вещества:

а) твердые – детали механизмов и систем двигателя, а также корпусные (в том числе и одноразовые), исчерпавших ресурс или вышедших из строя;

б) жидкие – топлива, масла, охлаждающие жидкости (ОЖ), электролиты, консистентные смазки;

в) газообразные – токсичные компоненты ОГ и аэрозоли твердых частиц (ТЧ) в них, испарения жидких загрязнителей, парниковые газы [8];

2) энергетическое загрязнение:

а) электромагнитные поля – от электронных частей систем автоматического управления (САУ) и систем автоматического регулирования (САР);

б) шум и вибрации – механические, аэродинамические, гидравлические, химические источники механических колебаний;

в) теплота – вся энергия, выделяющаяся при окислении топлива, в конечном счете, превращается в тепловую и идет на нагрев ОПС;

3) информационное загрязнение – от электронных частей САУ и САР.

Все загрязнители-вещества (твердые – отходы, жидкие и газообразные – поллютанты) должны соответствующим образом обезвреживаться и/или рециклироваться (утилизироваться). Все виды энергетического загрязнения (вредные факторы) должны сокращаться, поскольку являются диссипативными. Информационные загрязнения еще недостаточно исследованы.

Общим является одно – сокращение отходов

любого вида требует материальных (ресурсов, энергоносителей, оборудования и денежных средств) и организационных затрат (рабочего времени квалифицированной рабочей силы), а также соответствующего методологического и законодательного обеспечения.

Таким образом, создание научных основ методологического обеспечения экологической безопасности процесса эксплуатации ЭУ с ДВС является актуальной задачей, обладающей научной новизной.

Цель исследования

Создание методологических основ для построения системы управления экологической безопасностью эксплуатации ЭУ с ДВС.

Анализ публикаций

Эффективное и рациональное решение проблемы накопления опасных отходов и нейтрализации поллютантов, источниками которых являются ДВС [1, 2], заключается в создании системы управления экологической безопасностью (СУЭБ) процессом их эксплуатации [3 – 5]. В этом случае целесообразным является системный подход к разработке организационно-технологических решений основных составляющих процесса обеспечения ЭБ. Он позволяет рационально формулировать и решать сложные научно-технические проблемы, путем структурирования и выделения их отдельных задач как относительно самостоятельных частей с учетом их взаимосвязи и взаимовлияния.

Материалы и методы исследования

Как любая сложная система, СУЭБ состоит из множества компонентов, формирующихся исходя из их функциональных характеристик и взаимоотношений в процессе функционирования системы в целом. Это позволяет представить систему в виде

модели, удобной для аналитического исследования и синтезирования компонентов-подсистем собственно системы и внешней среды. Исходной позицией для разработки такой системы предложена дифференциация технологического процесса обеспечения ЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС (далее – просто процесса обеспечения ЭБ) как совокупности основных (нейтрализации, утилизации и очистки) и вспомогательных (подготовка исходных данных, сырья для основных процессов, транспортировки, складирования, управления, диспетчеризации и т.д.) процессов на характерные этапы. Каждая из составляющих СУЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС является сложной и объемной целевой подсистемой, характеризующейся определенными функциями, методами и средствами их практической реализации.

Главными целями построения, организации и функционирования СУЭБ являются: предотвращение (или существенное ограничение) негативного влияния на ОПС факторов опасности, ослабление последствий проявления опасности, ослабление интенсивности действия источников опасности.

Формализация решения задачи построения СУЭБ эксплуатации ДВС

Используя принцип многоуровневой декомпозиции [3 – 5], возможно перейти к формализации решения задачи рационального управления ЭБ при эксплуатации ЭУ с ДВС. Процесс проектирования системы основан на ее разбиении на иерархические уровни функционально завершенных этапов решения комплекса подзадач данного уровня (рис. 1).

Этап формирования исходных данных (Этап 1) (рис. 2) включает в себя два уровня, определяющие идентификацию отходов и опасностей.

1 этап Исходные данные для создания СУЭБ		2 этап Усовершенствованные и новые технологии для обеспечения ЭБ, используемые СУЭБ		3 этап Организация и выполнение технологических процессов, обеспечивающие заданный уровень ЭБ, используемых СУЭБ		4 этап Результаты использования СУЭБ	
1 уровень	2 уровень	3 уровень	4 уровень	5 уровень	6 уровень	7 уровень	8 уровень
Идентификация источников факторов экологической опасности и анализ нормативно-правовой базы	Классификация факторов экологической опасности с учетом их генезиса и значимости	Разработка новых и совершенствование известных подготовительных процессов	Разработка нового и совершенствование имеющегося оснащения для реализации технологических процессов	Организация и управление СУЭБ	Производственные процессы, обеспечивающие заданный уровень ЭБ	Выходные результаты использования СУЭБ: значения факторов ЭБ и получение продукции целевого назначения	Система мониторинга и контроля уровня ЭБ

Рис. 1. Укрупненная схема многоуровневой декомпозиции СУЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС

На Уровне 1 определяются типы факторов экологической опасности, источниками которых

являются ДВС, а также нормативные требования к их уровням. При этом особо выделяются группы,

способствующие образованию эмиссии в ОПС высокотоксичных веществ. Уровень 2 предполагает определение и идентификацию опасностей с учетом характерных особенностей региональной структуры парка техники, оснащенной ДВС, пространственно-временную структуризацию источников факторов экологической опасности, количе-

ственную структуризацию (предполагает наличие статистических данных по типам источников опасности и их отдельным факторам). Уровень 2 завершается разработкой вариантов принципиальных технологических схем обеспечения ЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС.



Рис. 2. Схема этапа формирования исходных данных для обеспечения ЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС

Этап новых и усовершенствованных технологий (Этап 2), также как и предыдущий, состоит из двух последовательных уровней (рис. 3). Уровень 3 охватывает подготовительные процессы по созданию технологической системы обработки поллютантов и отходов для обеспечения ЭБ. Он включает в себя технологические процессы обработки поллютантов, отходов и продуктов их обработки.

На Уровне 4 вырабатываются технические условия и разрабатывается оснащение, необходимое для обработки, обеспечивающей ЭБ в выпускных газах, твердом остатке и продукции целевого назначения. Под этим понимается обеспечение технологических процессов основным, вспомогательным и дополнительным оборудованием, с учетом безопасной работы персонала. Для этого уровня характерной особенностью является учет объемов, номенклатуры производственных процессов и сроков их исполнения.

Непосредственное выполнение технологических процессов, обеспечивающих ЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС, представлено третьим этапом (Этап 3)

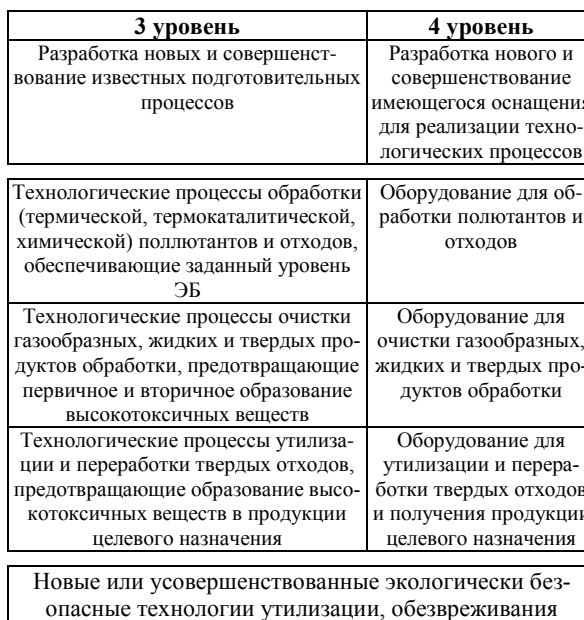


Рис. 3. Схема этапа новых и усовершенствованных технологий обеспечения ЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС

(рис. 4). Его Уровень 5 характеризуется решением задач управления и организации этих технологических процессов. Комплексное решение задач этого уровня необходимо выполнять совместно с решением задачи Уровня 6 (собственно производственного) (см. рис. 4).

Заключительным этапом (Этап 4) является получение результатов использования СУЭБ (Уровень 7) и их контроль (Уровень 8) для оценки эффективности работы СУЭБ (см. рис. 5).

Таким образом, на основе принципов многоуровневой декомпозиции предложена иерархическая структура СУЭБ, которая предполагает формализацию решения поставленной задачи обеспечения ЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС, и предполагает следующее: наличие вертикальных (межуровневых) и горизонтальных (этапных) связей; приоритетность действия уровней и этапов, направленную вдоль соответствующих связей; взаимозависимость уровней и этапов; вариантность выбора и решения задач каждого уровня [5 – 7].



Рис. 4. Схема этапа организации и выполнения технологий обеспечения ЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС

Рис. 5. Схема этапа обеспечения параметров ЭБ эксплуатации ЭУ с ДВС

Выводы

Рассмотрение СУЭБ эксплуатации ДВС как сложной технологической системы, построенной на основе принципа многоуровневой декомпозиции и с учетом положений системного подхода, позволяет формализовать а также комплексно и рационально решить проблему обеспечения заданного уровня ЭБ эксплуатации ДВС и получения продукции целевого назначения. Предложена методологическая схема решения задачи управления ЭБ эксплуатации ДВС с учетом получения продуктов целевого назначения.

Список литературы:

1. Марков В.А. Токсичность отработавших газов дизелей. 2-е изд. перераб. и доп. [Текст] / Марков В.А., Баширов Р.М., Гамбитов И.И. – М.: Изд-во МГТУ им. М.Э. Баумана, 2002. – 376 с. 2. Оценка и контроль выброса дисперсных частиц с отработавшими газами дизелей [Текст] / В.А. Звонов, Г.С. Корнилов, А.В. Козлов, Е.А. Симонова. – М.: Изд-во Прима-Пресс-М, 2005. – 312 с. 3. Шмандий В.М. Экологічна безпека: підручник [Текст] / В.М. Шмандій, М.О. Клименко, Ю.С. Голік, А.М. Прищеп, В.С. Бахарев, О.В. Харламова. – Херсон.: Олді-плюс, 2013. – 364 с. 4. Шмандий В.М. Управление техногенной безопасностью урбосистемы на стадии образования и поступления отходов в окружающую среду [Текст]: монография / В.М. Шмандий. – Х., 2001. – 152 с. 5. Вамболь С.А. Системы управления экологической безопасностью, которые используют многофазные дисперсные структуры: монография [Текст] / С.А. Вамболь – Х. : НАУ им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2013. – 204 с. 6. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий: монография [Текст] /

Т.Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с. 7. Кобрин, В.Н. Система управления экологической безопасностью при утилизации твердых бытовых и производственных отходов [Текст] / В.Н. Кобрин, Н.В. Нечипорук, В.В. Вамболь // Экологічна безпека. – Кременчук : КрНУ, 2012. – Вип. 2/2014 (18). – С. 24 – 29. 8. Кондратенко А.Н. Регенерация фильтра твердых частиц дизеля с насыпкой из природного цеолита [Текст] / А.Н. Кондратенко, А.П. Строков, С.А. Вамболь, А.Н. Авраменко // Двигатели внутреннего сгорания: всеукр. научн.-техн журнал. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2014. – № 2. – С. 76 – 81.

Bibliography (transliterated):

1. Markov V.A., Bashyrov P.M., Gambitov I.I. (2002), "Toxicity of exhaust gases of diesel engines" [Toksichnost' otrabotavshykh gazov dizelej. 2-izd. pererab. I dop.] [Text], M.: M.E. Bauman MGTU, 376 p. [in Russian]. 2. Zvonov V.A., Kornilov G.S., Kozlov A.V., Siminova E.A. (2005), "Evaluation and control of emission of dispersed particles with diesel exhaust gases" [Ocenka i kontrol' vybrosov dispersnykh chastic s otrabotavshymi gazami dizelej] [Text], M.: Prima-Press-M, 312 p. [in Russian]. 3. Shmandij V.M., Klymenko M.O., Golik Ju.S., Pryshepa A.M., Bakharev V.S., Kharlamova O.V. (2013), "Ecological safety: textbook" [Ekologichna bezpeka: pidruchnyk] [Text], Kherson: Oldi-plus, 364 p. [in Ukrainian]. 4. Shmandij V.M. (2001), "Management of technogenic safety of urban system at the stage of formation and admission of wastes in environment: monograph" [Upravlenie tekhnogennoj bezopasnost'ju urbosistemy na stadii obrazovaniya i postupleniya otkhodov v okruzhajuschuju sredu] [Text], Kharkov: KhDPU, 152 p. [in Russian]. 5. Vambol' S.A. (2013), "Systems of management of ecological safety, which using multiphase dispersed structures: monograph" [Sistemy upravlenija ekologicheskoy bezopasnost'ju, kotoryje ispol'zujut mnogofaznyje dispersnyje struktury: monografija] [Text], Kh.: N.E. Zhukovsky NAU "KhAI", 204 p. [in Russian]. 6. Saati T.L. (1989), "Making decisions. Method of analysis of hierarchies: monograph" [Prinjatije reshenij. Metod analiza ijerarkhij: monografija] [Text], M.: Radio and Communications, 316 p. [in Russian]. 7. Kobrin V.N., Nechiporuk N.V., Vambol' V.V. (2014), "System of management of ecological safety in utilization of solid domestic and industrial wastes" [Sistema upravlenija ekologicheskoy bezopas-

nost'ju pri utilizaciji tverdyh bytovykh i proizvodstvennykh othodov] [Text], *Ecological Safety, Kremenchuk: KrNU, no. 2 (18), pp. 24 – 29. [in Russian]. 8. Kondratenko A.N., Strokov A.P., Vambol' S.A., Avramenko A.N. (2014), "Regeneration of particulate matter filter*

with bulk natural zeolite for diesel engine", [Regeneracija fil'tra tverdyh chastic dizelja s nasypkoy iz prirnodnogo ceolita] [Text], Internal Combustion Engines: the All-Ukrainian Scientific and Technical Magazine, Kharkiv: NTU "KhPI", no. 2, pp. 76 – 81. [in Russian].

Поступила в редакцію 27.03.2015 г.

Вамболь Сергей Александрович – доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедры прикладной механики, Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков, Украина, e-mail: sergvambol@gmail.com.

Строков Александр Петрович – доктор техн. наук, профессор, заведующий отделом поршневых энергоустановок, Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАНУ, г. Харьков, Украина, e-mail: dppp@ipmach.kharkov.ua.

Вамболь Виола Владиславовна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры химии, экологии и экспертизных технологий, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков, Украина, e-mail: violavambol@gmail.com.

Кондратенко Александр Николаевич – канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры прикладной механики, Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков, Украина, e-mail: kharkivjanyn@i.ua.

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

С.О. Вамболь, О.П. Строков, В.В. Вамболь, О.М. Кондратенко

Розглянуто види джерел негативного впливу на навколишнє природне середовище поршневих двигунів внутрішнього згорання – політанти, шкідливі фактори, відходи. На основі системного підходу і принципу багаторівневої декомпозиції запропоновано загальну і деталізовану схеми управління екологічною безпекою експлуатації енергетичних установок з ДВЗ, а також виконано формалізацію вирішення задачі її побудови.

MATHODOLOGICAL APPROACH TO DEVELOPMENT OF MANAGEMENT SYSTEM OF ECOLOGICAL SAFETY OF EXPLOITATION OF POWER PLANTS

S.A. Vambol', A.P. Strokov, V.V. Vambol', A.N. Kondratenko

In present paper described kinds of sources of harmful influence of piston internal combustion engines on nature environment – pollutants, harmful factors, wastes. On basis of systematic approach and principle of multilevel decomposition was proposed general and dialyzed schemes of management system of ecological safety of exploitation of power plants with ICE and also provided formalization of solving of its development problem.

УДК 621.43.068

А.П. Полив'янчук, М.Ф. Смирний, О.О. Холкіна, Ю.І. Шеховцов

АНАЛІЗ МЕТОДУ ДИНАМІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ КОНЦЕНТРАЦІЙ ТВЕРДИХ ЧАСТИНОК У ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗАХ ДИЗЕЛІВ З ОПТИКО- ЕЛЕКТРИЧНИМ ЧУТТЄВИМ ЕЛЕМЕНТОМ

Проаналізовано сучасні методи динамічних вимірювань масових викидів твердих частинок з відпрацьованими газами дизельних силових установок, вимоги щодо їх точності та швидкодії. Розроблено принципову схему та макетний зразок динамічного вимірювача викидів твердих частинок з оптико-електричним чуттєвим елементом, який дозволяє контролювати миттєві значення концентрацій, масових та питомих викидів твердих частинок від дизелів різних типів.

Вступ

Введення в дію стандартів Євро-4 і Євро-5 викликало необхідність створення малотоксичних дизелів, застосування сажових фільтрів і каталітичних нейтралізаторів, що забезпечують значне зниження викидів твердих частинок (ТЧ). Разом з цим виникли проблеми з об'єктивністю оцінки цих викидів існуючим стандартним методом, заснованим на гравіметричних вимірюваннях. Зокрема, двигуни, обладнані фільтрами сажі, мають такі низькі рівні викидів ТЧ, що гравіметричний аналіз проб здійснюється на рівні межі вимірювання. Похибка визначення масового викиду ТЧ при цьому

досягає таких значень, які позбавляють всякого сенсу всю процедуру тестування двигуна по даному параметру.

Тому виникли нові вимоги до процедури оцінки викидів ТЧ з відпрацьованими газами (ВГ) дизелів. Перспективні методи повинні володіти високою чутливістю і точністю при дуже низьких концентраціях частинок і високою швидкодією (високою роздільною здатністю за часом), що дозволяє проводити безперервні вимірювання в ході випробувань за найбільш динамічними циклами.

Роботи по створенню вітчизняних аналогів сучасних високоточних методів і обладнання для