

УДК 621.1.018

А.П. Поливянчук, канд. техн. наук, С.В. Зубов, инж.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫБРОСА ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

### Введение

Одним из основных нормируемых экологических показателей дизелей является массовый выброс твердых частиц (ТЧ) с отработавшими газами (ОГ) двигателя. Для контроля данного показателя используются специальные измерительные системы с разбавляющими туннелями, в которых имитируется естественный процесс формирования структуры ТЧ в атмосфере [1]. Сегодня отечественное двигателестроение крайне нуждается в таких системах, так как в Украине они не производятся, а зарубежное оборудование имеет высокую стоимость.

В период с 1996 – 2006 гг. в Восточноукраинском национальном университете им. В.Даля проводились работы по созданию отечественного оборудования для контроля массовых выбросов ТЧ с ОГ дизелей. Результатом выполнения данных работ стал макетный образец измерительного комплекса с микротуннелем (МКТ) [2,3]. Отладочные испытания МКТ позволили выявить ряд его недостатков: низкую степень автоматизации, невысокую точность, продолжительный период подготовки к замеру, отсутствие возможности использования на переходных режимах работы дизеля. Предложенный и реализованный авторами комплекс мероприятий позволил устранить перечисленные недостатки измерительного комплекса с МКТ.

### Постановка задачи

Целью работ по совершенствованию измерительного комплекса с МКТ являлось повышение его эффективности путем увеличения степени автоматизации и информативности модуля управления МКТ -

микропроцессорного блока (МПБ), а также повышения точности измерений контролируемых параметров (рис. 1). Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие задачи:

- формулирование основных принципов создания нового МПБ;
- построение принципиальной схемы МПБ и выбор современной элементной базы, с учетом показателей цена/точность при выборе датчиков;
- разработка программного обеспечения для управления МКТ с помощью персонального компьютера;
- монтаж и апробация МКТ с новым МПБ;
- оценка эффективности проведенных мероприятий.

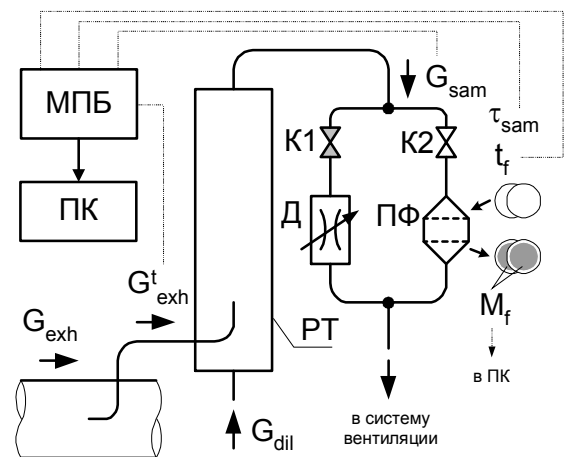


Рис. 1. Принципиальная схема усовершенствованного МКТ: МПБ – микропроцессорный блок; ПК – персональный компьютер; РТ – разбавляющий туннель; К1, К2 – шаровые краны; Д – дроссель; ПФ – патрон с фильтрами для отбора ТЧ

### Основные принципы создания нового МПБ

При разработке МПБ использованы следующие основные принципы:

- повышение информативности и расширение спектра контролируемых параметров, таких как расходов потоков ОГ и воздуха, коэффициентов разбавления, давление разрежения за фильтрами;
- повышение точности контролируемых параметров;
- повышение скорости подготовки стенда к проведению испытаний с целью экономии топлива дизеля;
- снижение стоимости;
- улучшение эксплуатационных характеристик: отказоустойчивость, компактность, мобильность, эргономичность.

При решении вопроса повышения точности контролируемых параметров особое внимание обращается на точность выбираемых датчиков для построения МПБ, а также взаимное влияние электронных компонентов, исключение возможных тепловых и электромагнитных помех.

### Характеристики нового МПБ

МПБ макетного образца микротуннеля представляет собой систему, которая выполняет сбор информации с датчиков, преобразование и вывод ее на дисплей в удобном виде для восприятия пользователем, а также управление двигателями, которые приводят в движение шаровые краны.

Усовершенствованный МПБ по сравнению с предыдущим обладает рядом дополнительных возможностей (рис. 2), которые повышают информативность прибора, точность измерений, позволяют повысить скорость подготовки стенда к отбору проб, облегчают работу оператора, что в целом улучшает результаты испытаний по измерению массового выброса ТЧ с ОГ.

Усовершенствование МПБ соответствующим образом отразилось и на его структуре (рис. 3), добавились новые датчики, которые дали возможность контролировать расходы ОГ, разбавленных ОГ, давление разрежения за фильтрами, коэффициенты разбавления. Появилось новое устройство индикации, в результате чего пользователь может одновременно наблюдать большее количество параметров.

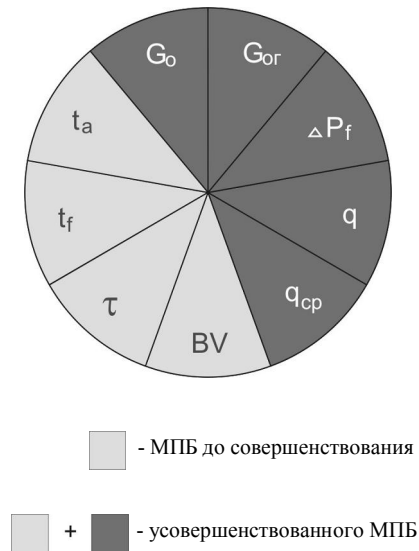


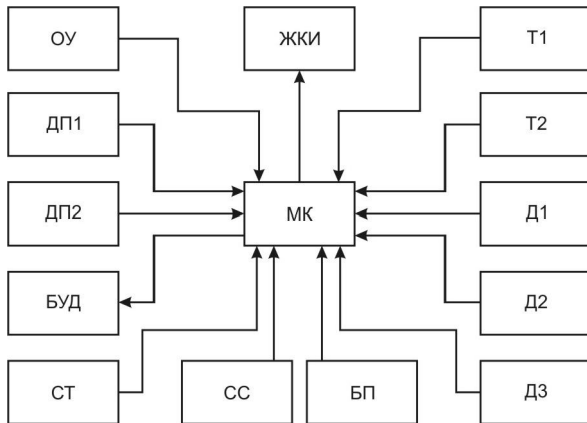
Рис. 2 – Сравнительная диаграмма возможностей двух МПБ:

*BV – управление шаровыми кранами, τ – измерение времени отбора пробы,  $t_a$  – температура окружающей среды,  $t_f$  – температура в туннеле,  $G_0$  – расход разбавленных ОГ,  $G_{ог}$  – расход ОГ,  $\Delta P_f$  – давление разрежения за фильтрами,  $q$  – коэффициент разбавления,  $q_{ср}$  – средний коэффициент разбавления.*

При выборе элементной базы для построения МПБ учитывались такие критерии: надежность, высокие показатели точности измерений (при выборе датчиков), низкое энергопотребление, низкая стоимость, доступность.

Выбор микроконтроллера заключался в подборе такого представителя, который отвечал бы следующим требованиям: наличие АЦП, размер памяти программ не менее 8кБ, наличие схемы работы с кварцевым резонатором на 32768Гц для реализации

модуля точного измерения времени, достаточное количество портов ввода-вывода, высокая скорость работы, низкая стоимость [4]. Всем выше перечисленным требованиям соответствует микроконтроллер фирмы ATMEL ATmega8535.



*Рис.3 – Структурная схема МПБ:  
ОУ – органы управления; ДП1, ДП2 – датчики положения 1-го и 2-го шаровых кранов; БУД – блок управления двигателями; СТ – схема тактирования микроконтроллера; ЖКИ – жидкокристаллический индикатор; МК – микроконтроллер; СС – схема сброса микроконтроллера; БП – блок питания; Т1, Т2 – датчики температуры; Д1, Д2, Д3 – датчики давления.*

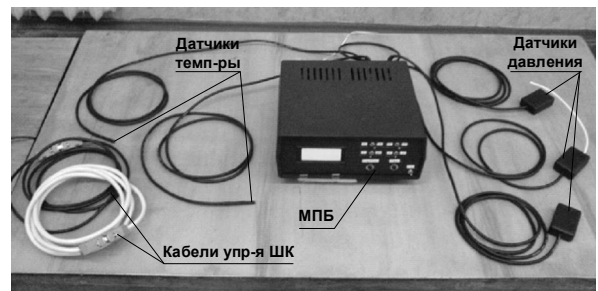
Для получения высокой точности измерений, упрощения схемотехники прибора и его удешевления обращено внимание на датчики давления серии MPX5000 фирмы Motorola – интегрированные датчики давления с нормализованным выходным сигналом.

Примененные датчики давления типа MPXV5004GVP и MPXV5050G обеспечивают точности измерения давления  $\pm 1,5\%$  и  $\pm 2,5\%$  соответственно, имеют нормированный выходной сигнал, термокомпенсированы в диапазоне от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$  и упакованы в небольшой корпус.

Современная промышленность предлагает множество всевозможных датчиков для измерения

температуры. Задача при выборе датчика температуры заключалась в подборе наиболее оптимального представителя по точности, диапазону измеряемых температур, способу съема информации, отказоустойчивости, стоимости, простоте использования. Всем этим требованиям удовлетворяет датчик температуры DS18B20, который обеспечивает точность измерений  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , время отклика составляет 750мксек, поддерживает однопроводной интерфейс MicroLAN. Датчик упакован в миниатюрный корпус TO-92, что позволяет легко его размещать в трубопроводах.

Как было отмечено ранее, немаловажным в МПБ является масса/габаритный показатель. Такая конструкция позволила получить компактность прибора (рис. 4), простоту транспортирования, учесть взаимное влияние электронных компонентов друг на друга, а также исключить возможные взаимные помехи.



*Рис.4 – Внешний вид МПБ*

С целью обеспечения возможности применения МКТ при испытаниях дизелей на переходных режимах авторами разработано программное обеспечение, позволяющее проводить непрерывную регистрацию и компьютерную обработку значений основных параметров двигателя и разбавляющего туннеля (рис. 5). Применение данного программного обеспечения позволило существенно повысить точность МКТ.

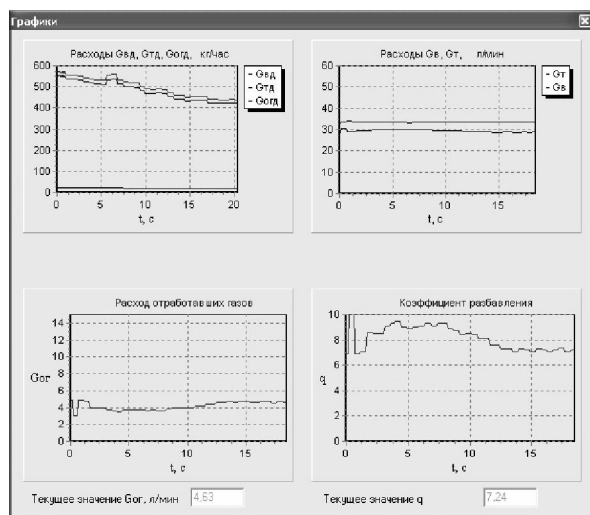


Рис. 5. Регистрация основных параметров дизеля и МКТ

### Апробация нового МПБ, его эффективность

Усовершенствованный МПБ прошел апробацию в ходе испытаний макетного образца МКТ на базе тормозного стенда дизеля в Национальном техническом университете «ХПИ» [5].

Результаты испытаний в ХПИ позволили сравнить эффективность работы МКТ с использованием прежнего и нового МПБ, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1. Эффективность работы МКТ с использованием прежнего и нового МПБ

Параметры		Прежний ПБ	Новый МПБ
Точность замеров массовых выбросов ТЧ	на отдельных режимах работы	5...25%	2...8%
	при испытаниях по циклу	8...12%	4...5,5%
Затраты времени на подготовку к замеру на отдельном режиме		5...10 мин	0,5...2 мин
Экономия топлива	на отдельных режимах работы	—	5...12%
	при испытаниях по циклу	—	3...7%

### Выводы

1. В результате усовершенствований МКТ: повышена точность измерений массовых выбросов ТЧ в 2...2,5 раза; сокращены затраты времени на подготовку к измерениям в 5...10 раз; обеспечена экономия топлива при испытаниях: 5...12% - на отдельных режимах, 3...7% - по циклу.

2. Создано программное обеспечение для управления МКТ, позволяющее повысить универсальность данной измерительной системы и исполь-

зовать ее при испытаниях дизелей на переходных режимах.

3. Проведены испытания усовершенствованного измерительного комплекса с МКТ на базе тормозного стенда дизельного двигателя, которые подтвердили его практическую пригодность и эффективность.

### Список литературы:

1. N. Hirakouchi, I. Fukano, T. Shoji. Measurement of Diesel Exhaust Emissions with Mini-Dilution Tunnel //

*SAE Technical Paper Series 890181, 1989.-11р. 2. Поливянчук А.П., Звонов В.А. Измерительный комплекс для определения массовых выбросов твердых частиц дизелей. // Авиационно-космическая техника и технология. Тепловые двигатели и энергоустановки. Сб. науч. тр. / ХАИ. -Х., 2000. -Вып. 19.- С.478 - 481. 3. Поливянчук А.П. Микротуннель для измерения массовых выбросов твердых частиц от дизельных двигателей локомотивов. // Авиационно-космическая техника и технология. Тепловые двигатели и энерго-*

*установки. Сб. науч. тр. /ХАИ. -Х., 2001.-Вып. 26.-С. 195-198. 4. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Тіпу и Mega фирмы «АТМЕL» – М.:Издательский дом «Додэка-ХХI», 2004. – 560 с. 5. Звонов В.А., Марченко А.П., Парсаданов И.В., Поливянчук А.П. Оценка выброса твердых частиц с отработавшими газами автотракторного дизеля. // Двигатели внутреннего сгорания. – 2006. - №2. – С.64-66.*

УДК 004.4:[621.4+681.78]

**О.М. Трунов, канд. техн. наук**

### **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ПАЛЬНОГО ТА ВИКИДНИХ ГАЗІВ ЗА ДАНИМИ СПЕКТРОГРАМ**

Потенційні можливості неруйнуючої спектрофотометрії (НСФ) привертають увагу дослідників в усьому світі [1,2,3]. Вже достатньо детально досліджені питання конструкторсько-технологічного характеру створення джерел і приймачів випромінювання, оптоволоконних засобів постачання світлових потоків до зони обстеження та інше [4-9]. Багато публікацій у спеціальній літературі присвячено розробці фізико-математичних моделей та алгоритмів, що описують процеси взаємодії електромагнітних хвиль ультрафіолетового, інфрачервоного та видимого спектру з біологічними речовинами і середовищами, і математичними методами розрахунку рівня і складу речовини. Апаратні засоби НСФ реєструють світлові потоки, отримані від досліджуваних поверхонь, попередньо здійснюючи необхідну їх обробку шляхом розкладу у спектри або кодування, подавлення шумів, підсилення корисного сигналу, перетворення у електричний сигнал, після чого його фільтрують та оцифровують. Подальші перетворення та інтерпре-

тація інформації в силу непрямого характеру вимірювань відбуваються на рівні обчислювальних або інтерпретуючих алгоритмів, які реалізуються тільки програмно. Таким чином, алгоритмічно-програмне забезпечення (ПЗ) відіграє ключову роль у питанні збору, обробки і візуалізації інформації у параметрах зрозумілих користувачу. Тому питання принципів побудови і функціонування системного ПЗ для НСФ є актуальним. Однак, теоретичні засади кількісного аналізу, що пов'язують флуктуації інтерферограм із концентрацією у складі пального речовин: води, сірки, важких вуглеводів та інших, або у викидних газах таких шкідливих складників як *CO, NO*.

Головною не розв'язаною проблемою, що ускладнює розв'язок задачі формування базових принципів організації ПЗ багатофункціональних приладів НСФ є відсутність єдиної стандартної структури приладу, у якому уніфіковані апаратні засоби, а також недосконалість опису процесів перетворень і