

Новоселова Татьяна Васильевна

старший преподаватель

Новосёлов Игорь Сергеевич

студент

Таганрогский политехнический институт (филиал)

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»

г. Таганрог, Ростовская область

КОМПЛЕКСНАЯ СТЕНДОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЕЙ ВИБРОСТОЙКИМИ СВС-ФИЛЬТРАМИ

Аннотация: в статье предложена замена стандартных фильтров на вибростойкие пористые металлокерамические материалы (СВС) для повышения эффективности очистки газов дизельных двигателей. Исследования проведены на дизелях 6Ч15/15 и 6Ч15/18 по ГОСТ Р 41.49–99 и ГОСТ Р 41.24–99 с оценкой концентраций CO , C_xH_y , NO_x и дымности. Разработана установка для синхронного отбора газов, позволяющая сравнивать эффективность фильтров в близких к реальным условиям.

Ключевые слова: СВС-фильтры, металлокерамические материалы, отработавшие газы, дизель, очистка выбросов, гидротормоз, газоанализатор, дымомер, стендовые испытания.

Отработавшие газы дизельных двигателей содержат токсичные компоненты (NO_x , CO , C_xH_x , сажу); существующие фильтры не всегда обеспечивают достаточную очистку при приемлемом гидравлическом сопротивлении [1]. Перспективным решением считаются вибростойкие пористые проницаемые металлокерамические материалы (ППММ), получаемые методом СВС – они термостойки, прочны и имеют регулируемую пористость [4; 5]. Исследования эффективности ППММ в составе СВС-фильтров проводили на стендовой установке АлтГТУ с реальными дизелями 6Ч15/15 и 6Ч15/18 [3]; сравнительные испытания выполняли по ГОСТ Р 41.49-99 и ГОСТ Р 41.24-99.

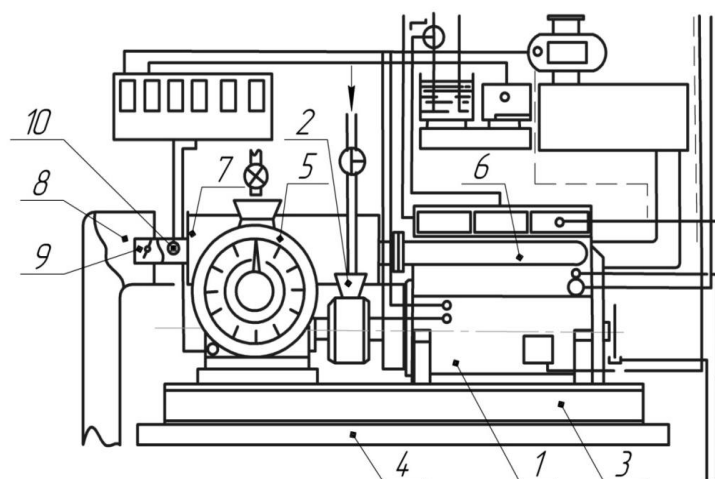


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки для исследования эксплуатационных свойств СВС-фильтров

Дизель и гидротормоз смонтированы на общей раме (поз. 3), закреплённой на фундаментной плите (поз. 4). Нагрузка – гидротормоз D1900–2E «Schenck» с головкой «Rapido» и весовым устройством (поз. 5). Дизели отрегулированы на номинальную мощность, загрузка гидротормоза – ступенчатая (от холостого хода до максимума).

К выпускному коллектору дизеля (поз. 6) через фланец присоединён фильтр в корпусе (поз. 7), стыкующийся с дымоходом (поз. 8). К фильтру подведены регулируемая заслонка (поз. 9) и термопара (поз. 10) для контроля температуры и расхода ОГ. Корпус СВС-фильтра – разъёмный (для замены элементов), уплотнение исключает bypass газа мимо фильтрующего материала.

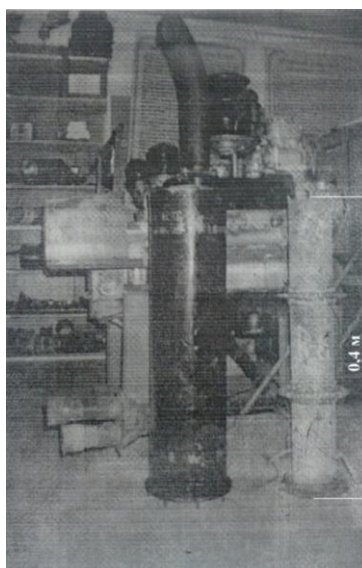


Рис. 2. Корпус СВС-фильтра и сам фильтр (справа)

Измерительный комплекс

Измеряемые параметры и приборы:

- CO и C_xH_y – газоанализатор МЕХА-321Е;
- NO_x (суммарно) – газоанализатор RS-325L;
- дымность ОГ – дымомер EFAW 65A BOSCH (фильтры Ø40 мм, поры ~4,5 мкм).

Устройство отбора отработавших газов.

Газоотборник (поз. 2) установлен в выпускной трубе дизеля (поз. 1) и закреплён в бонке (поз. 3). Трёхходовой кран (поз. 4) обеспечивает последовательный или одновременный отбор газов из одной точки трубы [3].

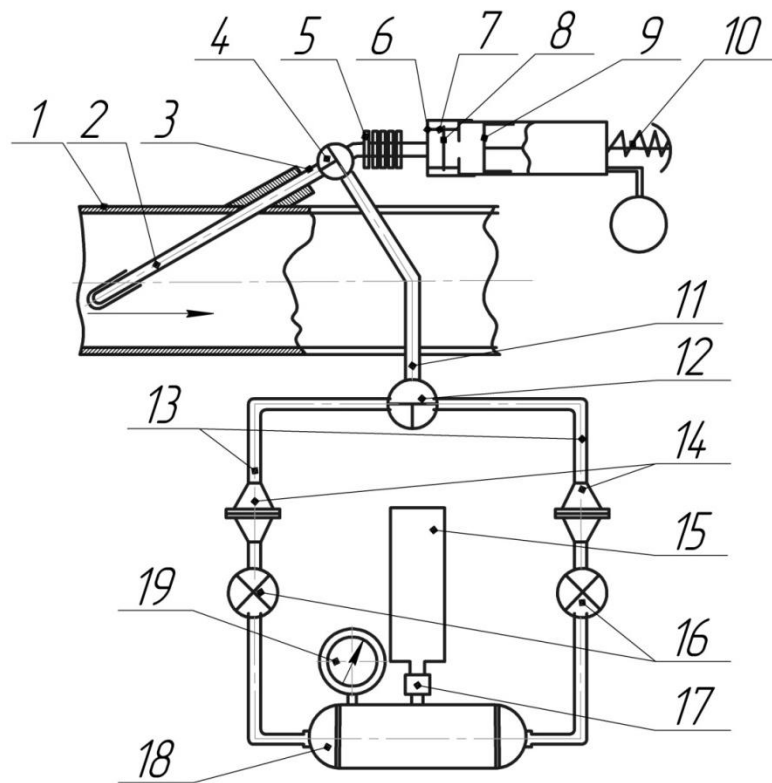


Рис. 3. Блок-схема устройства отбора газов: 1 – труба; 2 – газоотборник; 3 – бонка; 4, 12 – трехходовые краны; 5 – радиатор; 6 – корпус насоса; 7, 14 – фильтродержатель; 8 – фильтр; 9 – поршень; 10 – пружина; 11, 13 – трубки газоотвода; 15 – вакуумный насос; 16 – краны; 17 – клапан; 18 – ресивер; 19 – вакуумметр

К крану (поз. 4) подключены патрубок с радиатором, трубка газоотвода (поз. 11) и насос дымомера EFAW-65A (объём пробы 330 см³). Кран (поз. 12) обеспечивает параллельный отбор по двум трубкам (поз. 13) через фильтры из ткани Петрянова (поз. 14) для оценки твёрдых частиц. Трубки через краны (поз. 16) соединены с ресивером (поз. 18), из которого вакуумным насосом (поз. 15) откачивается воздух; разрежение контролируется вакуумметром (поз. 19).

Порядок измерений: при закрытых кранах (поз. 16) в ресивере создаётся разрежение; взводится пружина насоса дымомера; кран (поз. 12) включается на параллельный отбор; через открытые краны (поз. 16) и фильтры пропускаются ОГ за счёт вакуума в ресивере. Схема обеспечивает одновременное измерение дымности и отбор проб на химанализ [2].

Режимы: холостой ход, 25, 50, 75 и 100% номинальной мощности. На каждом режиме замерялись CO, C_xH_y, NO_x и дымность ОГ со стандартным и СВС-фильтром. Температура ОГ перед фильтром регистрировалась термопарой для корректировки вязкости и плотности газа при расчёте гидросопротивления [5].

Применение реальных дизелей обеспечило достоверность данных: отработавшие газы (ОГ) содержат не только газообразные компоненты, но и твёрдые частицы (сажа, зола, несгоревшие углеводороды), характеристики которых зависят от режима работы двигателя, топлива и условий сгорания – искусственные смеси этого не воспроизводят [1; 2].

Ступенчатая загрузка гидротормоза позволила варьировать режимы работы дизеля и оценить эффективность СВС-фильтров при разных расходах, температурах и составах ОГ. Синхронный отбор проб (через трёхходовые краны и ресивер) обеспечил сравнимость результатов для стандартного и СВС-фильтров. Комплекс газоанализаторов и дымомера дал полную картину выбросов: дымомер с бумажными фильтрами оценил содержание твёрдых частиц, система с тканью Петрянова – фракционный состав сажи [3].

Выводы:

- создана стендовая установка на базе дизелей 6Ч15/15 и 6Ч15/18 с гидротормозом D1900–2E «Schenck» для испытаний СВС-фильтров в условиях, близких к реальным [3];
- спроектировано устройство отбора ОГ (с трёхходовыми кранами, ресивером и вакуумным насосом) для синхронного отбора проб [3];
- методика испытаний (по ГОСТ Р 41.49-99 и ГОСТ Р 41.24-99) обеспечивает сравнимость с данными по стандартным фильтрам и соответствует требованиям точности;
- использование реальных дизельных двигателей позволяет адекватно оценить фильтрующую способность ППММ по отношению к реальному составу и дисперсности твёрдых частиц в ОГ [1; 2; 4].

Список литературы

1. Металлокерамические проницаемые СВС-материалы на основе окалины легированной стали и ильменита для очистки отработавших газов дизелей / М.С. Канапинов, Г.М. Кашкаров, О.А. Лебедева [и др.] // Новые огнеупоры. – 2019. – №5. – С. 112–116.
2. Канапинов М.С. Технологические принципы формирования физико-механических свойств пористых проницаемых металлокерамических СВС-материалов на основе порошков окалины легированной стали и минералов: дис. ... канд. техн. наук / Медет Серикович Канапинов, 2023. – 144 с. – EDN EQBIVD
3. Медведев Г.В. Научное обоснование и разработка комплексной системы очистки отработавших газов судовых дизелей с применением СВС-фильтров: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.08.05 / Г.В. Медведев. – Барнаул, 2020. – 41 с.
4. Вибростойкие пористые проницаемые металлокерамические материалы / Т.В. Новоселова, М.А. Коломеец, А.А. Ситников [и др.]. – Невинномысск: ЭльДирект, 2017. – 127 с. – ISBN 978-5-9909757-2-9. – EDN ZDAFNN.
5. Тубалов Н.П. Формирование структуры и эксплуатационных свойств пористых СВС-материалов на основе бинарных и многокомпонентных соединений: дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.01. – Барнаул, 2005. – 276 с.