

Дядин А.П., инж.¹, Васильев И.П., к.т.н.², Васильев В.И., студент²

1 — ООО НПФ «Спецприбор», г. Луганск; 2 — ВГУ им. В.Даля, г. Луганск

РАЗРАБОТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАМЕРА ДЫМНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Проведен анализ и практическое сравнение существующих способов замера дымности дизельных двигателей. Выявлены преимущества и недостатки рассмотренных способов. Показана история развития способов замера дымности. Представлены разработанные дымомеры: стендовый ИДС-3С и переносной для автотранспортных средств ИДП-2.

В настоящее время во всем мире большое внимание уделяется способам снижения вредных выбросов с отработавшими газами (ОГ). Одним из важнейших показателей дизельных двигателей является дымность отработавших газов. Дымность дизелей в значительной мере предопределяется техническим состоянием двигателя и топливной аппаратуры.

В этом свете возникает проблема быстрых и надежных способов замера дымности отработавших газов.

Целью данной статьи является показать этапы развития способов замера дымности дизелей и их совершенствования. Способы замера дымности ОГ условно представлены на рис. 1.

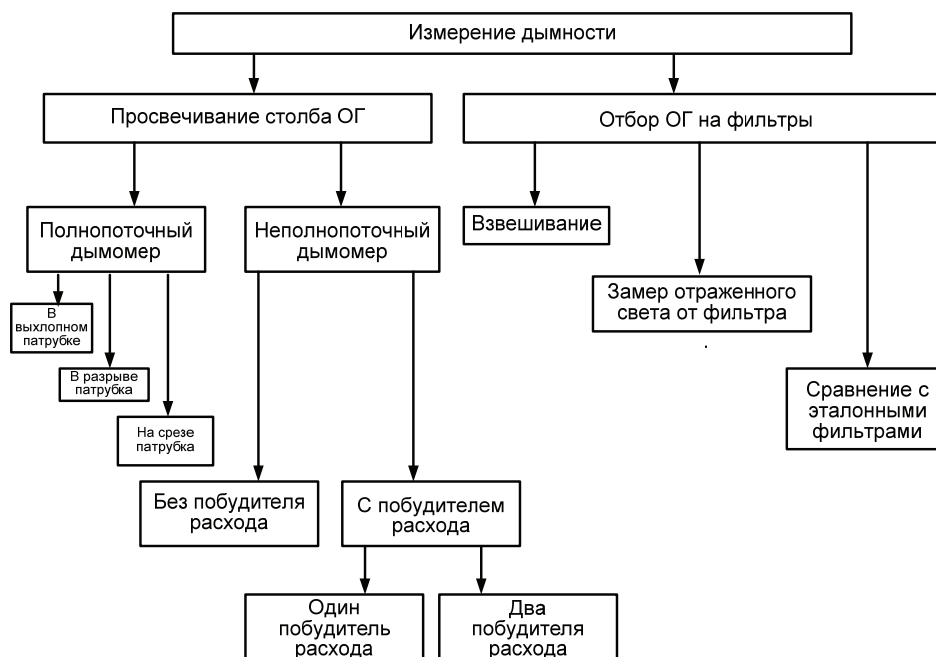


Рис. 1. Схемы замера дымности ОГ

Следует отметить, что не существует четкой корреляции между измерениями дымности при просвечивании столба ОГ и отбора на фильтры [1].

В настоящее время используются два способа замера дымности это «Bosch» и «Hartridge» [2, 3]. Дымомеры типа «Bosch» позволяют оценивать задымленность газов по степени отражения света поверхностью фильтровальной бумаги, покрывающейся слоем сажи вследствие просасывания через нее заданного объема отработавших газов. Шкалу их градуируют так, чтобы при фотометрировании образца нулевая отметка соответствовала чистой фильтровальной бумаге. Шкала нелинейная от 0 до 9 единиц (SZ Bosch).

Дымомеры этого типа не отличаются высокой точностью, но оставляют испытателю документ, позволяющий сопоставлять результаты измерений, причем дымомер «Bosch» отлича-

ется портативностью и может применяться в полевых условиях как контрольный прибор. Данный способ не подпадает под действие стандарта Украины [4].

Дымомеры типа «Hartridge» оценивают относительную задымленность по оптической плотности самого газа при просвечивании его слоя заданной толщины (0,43 м). Прибор «Hartridge» имеет равномерную шкалу измерения, разделенную на 100 единиц. Конструкция дымомера «Hartridge» представляет собой двухканальную оптическую систему, в один из каналов которой вводят ОГ, пропуская их через золо- и водоотделитель, а в другой, сравнительный канал, одновременно подают чистый воздух с помощью вентилятора и поочередно просвечивают их. Основным недостатком прибора является необходимость создания отрицательного давления с помощью заслонки, что сказывается на характеристиках двигателя.

В 80-х годах основным направлением кафедры ДВС, руководимой Звоновым В.А., было изучение путей снижения вредных выбросов ОГ ДВС.

Работы в этом направлении позволили стать кафедре ведущей в СССР по данным исследованиям. Если замеры таких вредных выбросов, как NO_x , CO и CH осуществлялись отработанными химическими и хроматографическими методами, то замер дымности был связан с определенными трудностями, что потребовало создания дымомеров собственной конструкции. В настоящее время преемником данных работ является НПФ «Спецприбор».

Поэтому работы были направлены на создание приборов и разработку методик по замеру дымности ОГ. На первом этапе замер проводился на фильтры типа АФА в специальных патронах (рис. 2).

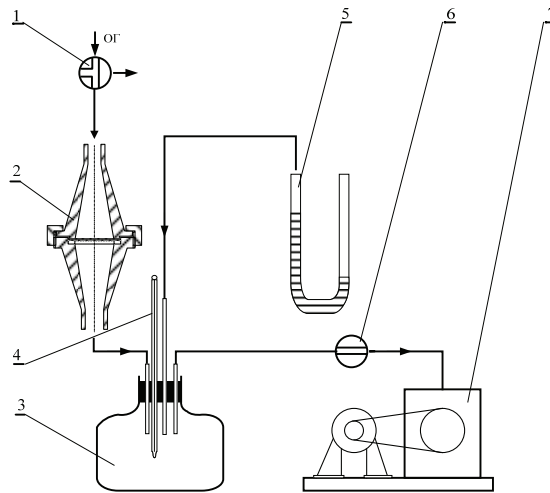


Рис. 2. Схема установки для замера дымности на фильтры:

- 1 — трехходовой кран; 2 — патрон; 3 — колба; 4 — термометр; 5 — ртутный манометр; 6 — двухходовой кран; 7 — вакуумный насос

Для его осуществления необходимо было взвесить фильтр до измерения (отбора на него сажи), зафиксировать в патроне и пропустить определенное количество ОГ. Затем фильтр вынимался, помещался в емкость до стабилизации содержания влаги и взвешивался. Разница массы фильтра до и после отбора делилась на объем прокаченного ОГ, приведенного к нормальным условиям, и определялось массовое значение дымности ($г/л$).

При этом столкнулись со следующими недостатками: сложность; длительность, как процесса замера, так и подготовительных работ (замер массы фильтров); необходимость фиксации расхода газа; наличие дополнительных расчетов; возможность замера только на стационарном режиме; невозможность автоматизации замеров.

Было принято решение о разработке дымомера собственной конструкции. Самый первый дымомер, созданный в 1969 году на кафедре ДВС в Ворошиловградском машиностроительном институте, представлял собой трубу, с одной стороны которой размещался источник света, а с другой — фотодиод. Показывающий прибор представлял собой милливольтметр со

шкалой от 0 до 100. После доводочных работ был создан образец дымомера ИДС-1 (рис. 3), на который был получен патент Украины [5].

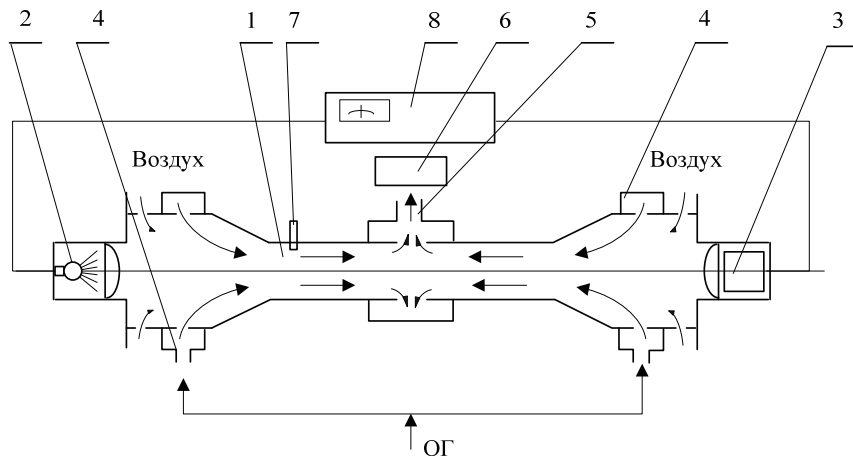


Рис. 3. Схема дымомера ИДС-1:

- 1 — измерительная камера; 2 — источник света; 3 — фотоприемник; 4 — патрубок подвода ОГ; 5 — патрубок отвода ОГ; 6 — побудитель расхода; 7 — термометр; 8 — измерительный блок

Он широко применялся для научно-исследовательских работ. На основе многолетней эксплуатации таких дымомеров был создан дымомер ИДС-3С (рис. 4), обеспечивающий требования ISO 11614.

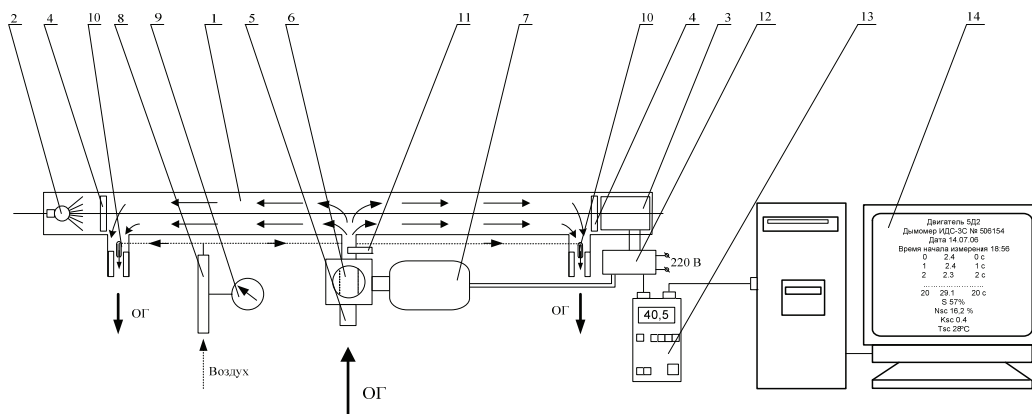


Рис. 4. Схема дымомера ИДС-3С:

- 1 — измерительная камера; 2 — источник света; 3 — фотоприемник; 4 — съемные защитные стекла; 5 — патрубок подвода ОГ; 6 — клапан; 7 — система управления подачи ОГ; 8 — распределитель воздуха; 9 — манометр; 10 — эжектор; 11 — термопара; 12 — первичный измерительный преобразователь; 13 — электронный блок; 14 — компьютер

Он содержит измерительную камеру 1 с базовой длиной 0,43 м, с одной стороны установлен источник света 2, а с другой — фотоприемник 3. Для предохранения этих устройств от загрязнения в камере предусмотрена установка съемных защитных стекол 4. ОГ подается в измерительную камеру 1 через патрубок 5 и клапан 6, управляемый системой 7. Побудителем расхода ОГ является воздух, который через распределитель 8 подается на манометр 9 и в эжектор 10. Управление работой по заданной программе осуществляется первичным измерительным преобразователем 12, который регулирует работу клапана 6 и связан с электронным блоком 13, который содержит дисплей и клавиатуру. Возможна регистрация результатов испытаний на компьютере 14.

Особенностью работы данного дымомера является то, что перед каждым замером обеспечивается автоматическая калибровка за счет закрытия клапана 6 и заполнение измери-

тельной камеры воздухом. После калибровки производится автоматическое срабатывание клапана 6, обеспечивающего поступление ОГ в измерительную камеру, при этом производится в течение 20 секунд 20 замеров дымности. Показания дымности, в зависимости от заданной программы, или усредняются или приводится максимальное значение.

На аналогичном принципе был создан переносной дымомер ИДП-2, предназначенный для измерения дымности автотранспортных средств в стационарных и дорожных условиях [6]. Он снабжен автономным питанием и оригинальной конструкцией измерительной камеры (рис. 5).

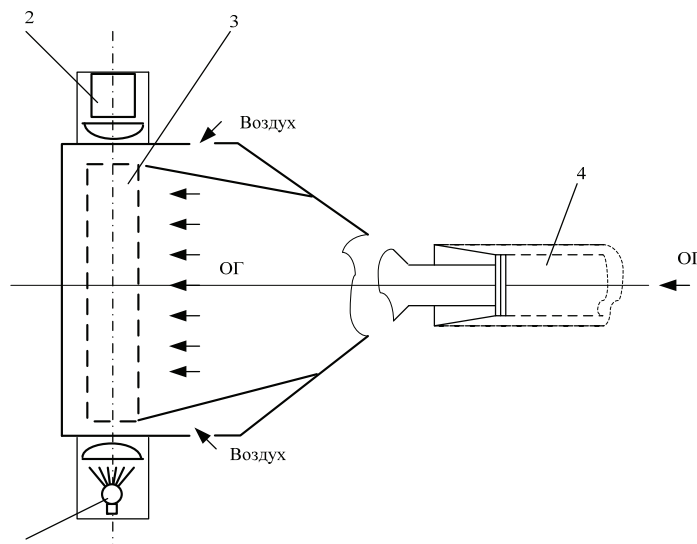


Рис. 5. Схема переносного дымомера ИДП-2:
1 — источник света; 2 — фотоприемник; 3 — измерительная камера;
4 — выхлопная труба автомобиля

Выводы

На основании конструкторско-доводочных работ, которые продолжались в течение около 40 лет, созданы дымомеры, отвечающие современным требованиям для стационарных и дорожных условий замеров.

Список литературы

1. Hardenberg Horst, Albrecht Hans. Grenzen der Rußmassenbestimmung aus optischen Transmissionsmessungen // MTZ. — 1987. — 48. — № 2. — С. 51-54.
2. Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания: Учебник для вузов. — М.: Высш. шк, 1975. — 320 с.
3. Стефановский Б.С. и др. Испытания двигателей внутреннего сгорания. — М.: Машиностроение, 1972. — 368 с.
4. ДСТУ 4276:2004 Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Атмосфера. Норми і методи вимірювання димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями; Введ. 01.07.05. — Київ: Держспоживстандарт України, 2005. — 14 с.
5. Патент 15441 Україна, МКИ G 01 N 21/53. Пристрій для вимірювання оптичної густини відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання / Звонов В.О., Дядін О.П., Малютяк В.В., Васильєв І.П. (UA). — № 93121720; Заявлено 04.03.93; Опубл. 30.06. 97, Бюл. № 3.
6. Патент 15474 Україна, МКИ G 01 N 21/53. Пристрій для вимірювання оптичної густини відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання / Звонов В.О., Дядін О.П. (UA), Корнілов Г.С. (RU), Малютяк В.В., Лаптев В.В., Васильєв І.П. (UA). — № 93005383; Заявлено 04.03.93; Опубл. 30.06.97, Бюл. № 3.

Стаття надійшла до редакції 04.06.08
© Дядін А.П., Васильєв І.П., Васильєв В.І., 2008