

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЕЙ ВИДЕОРЕГИСТРАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

аспирант Асхабов А.М.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Блянкинштейн И.М.

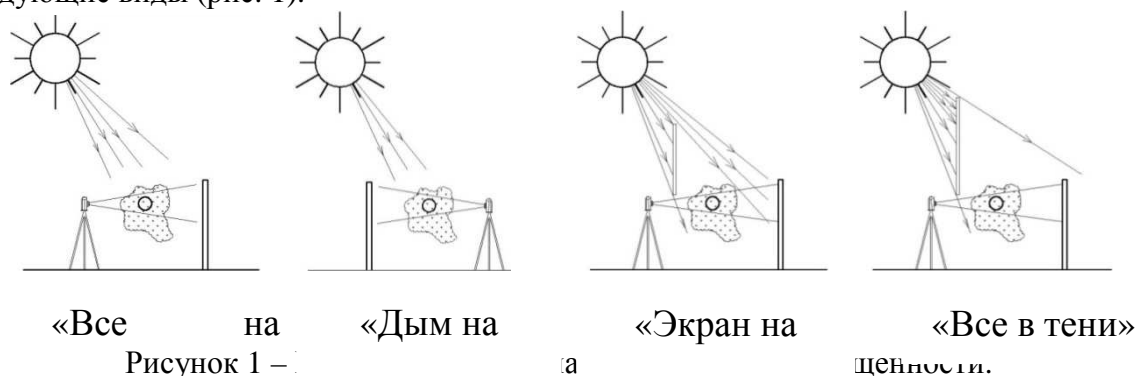
Сибирский федеральный университет

Как известно непрозрачность ОГ дизельного двигателя формируют различные компоненты, входящие в его состав. Эти компоненты условно можно разделить на две группы:

- а) компоненты, формирующие черноту ОГ (т.е. частички сажи);
- б) компоненты, формирующие белесые составляющие ОГ (т.е. частички несгоревшего топлива, сгоревшего масла и паров воды, далее – белизну).

Разработанный авторами видеорегистрационный метод (Патент РФ № **2366930**) позволяет разделять поток ОГ на представленные компоненты, а также вести их отдельную обработку в дальнейшем. Предварительными исследованиями установлено, что при различных вариантах освещенности рабочего экрана и ОГ контролируемое процентное соотношение указанных компонентов в потоке ОГ заметно меняется. Поэтому представлял интерес количественный анализ соотношения компонентов дымности в видимом потоке ОГ при различных вариантах локальной освещенности рабочего экрана и контролируемого рабочего тела.

Для решения данной задачи был проведен эксперимент. В качестве объекта исследования использовалась дымность ОГ грузового автомобиля МАЗ-5337 измеренная при различных вариантах локальной освещенности видеорегистрационным методом и серийным дымомером. Используемые в эксперименте варианты локальной освещенности рабочего экрана и контролируемого рабочего тела можно разделить на следующие виды (рис. 1).



Вклад в итоговое значение непрозрачности (дымности) ОГ составляющих черноты и белизны при различных вариантах освещения предложено определять статистическим методом, на основе регрессионного уравнения для конкретного варианта освещения рабочего экрана и исследуемого тела (ОГ). Для этого нужно сопоставить данные, полученные при обработке видео по двум компонентам непрозрачности ОГ с данными, полученными при помощи эталонного (сертифицированного) средства измерения дымности ОГ, т.е. дымомера.

Для того чтобы сопоставить данные в регрессионном уравнении, необходимо регистрировать процесс формирования дымности ОГ на режиме свободного ускорения эталонным дымомером с тем же временным шагом, что и при обработке видео, но необходимо учитывать некоторые отличия разработанного метода, а именно.

При измерении дымности разработанным методом нет никакой инерционности рабочего тела – поток ОГ фиксируется мгновенно на срезе выпускной трубы, в то время как при измерении стандартным дымомером такая инерционность есть. Она обусловлена наличием пробоотборника, шланга и самой измерительной камеры дымомера, поэтому происходит существенное запаздывание времени срабатывания дымомера с момента поступления ОГ в пробоотборный зонд. При этом передняя и задняя граница фронта дымности ОГ на выпускной трубе и в измерительной камере дымомера формируются совершенно по-разному.

Исходя из вышесказанного можно заключить, что сопоставлять данные возможно только одним способом – сопоставлять временные развертки измерений, полученные с эталонного дымомера и предложенным методом по пикам черноты и белизны, полученными во время обработки видео (рис. 1).

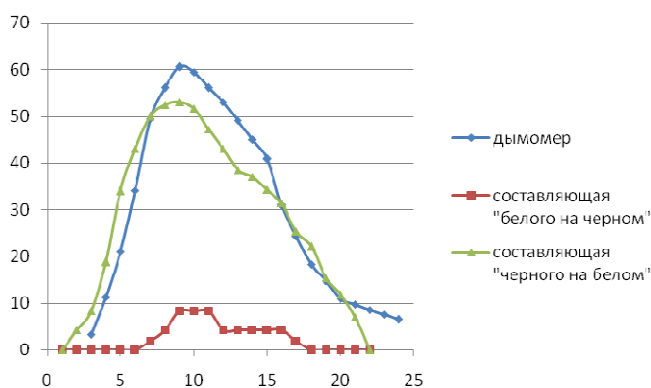


Рисунок 2 - Сопоставление данных по пикам значений

Для составления регрессионного уравнения использовали массив экспериментальных данных по измерениям дымности ОГ, полученных как при обработке видео, так и при помощи эталонного дымомера. Дифференцированные данные одного замера дымности по дымомеру, а также черной и белесой составляющим ОГ представлены на рис. 2.

Для всех предлагаемых вариантов освещения рабочего экрана и рабочего тела вклад каждого компонента дымности ОГ определяли, используя данные эксперимента, основываясь на регрессионном линейном уравнении первого порядка вида:

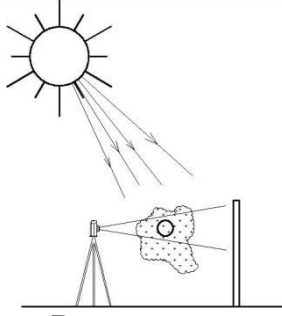
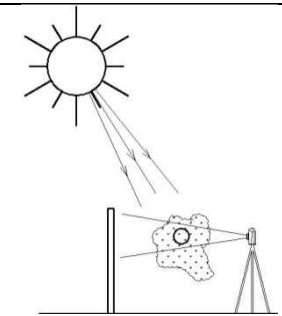
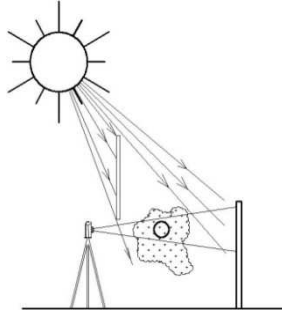
$$Y = a \times X_1 + b \times X_2 + c, \% \quad (1)$$

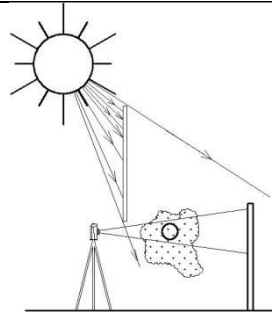
где, Y – измеренная дымность ОГ, зафиксированная стандартным дымомером, %; X_1 – вклад в общую дымность компонента «белого на черном», X_2 – вклад в итоговую дымность компонента «черного на белом», a и b – регрессионные коэффициенты, c – свободный член уравнения.

Данные обрабатывались с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007. Пример обработки линейного уравнения для каждого из вариантов освещения представлен в таблице 1.

Учитывая возможность нелинейного характера зависимости дымности от составляющих «белое на черном» и «черное на белом» исследовались варианты моделирования изучаемого процесса и другими видами уравнений.

Таблица 1.- Статистические параметры моделей для линейного уравнения

Вариант освещения	Результат решения статистического уравнения			
	Статистики	Компонент дымности ОГ		Свободный член
		X_2 -черное на белом фоне	X_1 - белое на черном фоне	
 Все на солнце	Коэффициенты уравнения	b	a	c
	Корни уравнений G_i	0,7118	1,8878	8,7580
	Стандартные ошибки корней δ_{G_i}	0,0712	0,6201	2,1155
	Коэффициент детерминированности R^2	0,5969	12,8871 – стандартная ошибка функции Y	
	F -статистика	96,9945	131 – число степеней свободы	
	Регрессионная сумма квадратов	32217,3740	21756,2603 – остаточная сумма квадратов	
 Дым на солнце, экран в тени	Коэффициенты уравнения	b	a	c
	Корни уравнений G_i	0,7334	1,8048	0,6548
	Стандартные ошибки корней δ_{G_i}	0,0500	0,4167	1,5427
	Коэффициент детерминированности R^2	0,7385	9,6738 – стандартная ошибка функции Y	
	F -статистика	184,9452	131 – число степеней свободы	
	Регрессионная сумма квадратов	34615,0813	12259,2405 – остаточная сумма квадратов	
 Экран на солнце, дым в тени	Коэффициенты уравнения	b	a	c
	Корни уравнений G_i	1,9432	1,2510	5,4345
	Стандартные ошибки корней δ_{G_i}	0,2944	0,1122	2,1002
	Коэффициент детерминированности R^2	0,6130	12,6765 – стандартная ошибка функции Y	
	F -статистика	103,7434	131 – число степеней свободы	
	Регрессионная сумма квадратов	33342,0143	21050,9945 – остаточная сумма квадратов	
	Коэффициенты уравнения	b	a	c
	Корни уравнений G_i	0,7294	2,0071	12,7662
	Стандартные ошибки корней δ_{G_i}	0,4493	0,1498	1,7789



Все в тени

Коэффициент детерминированности R^2	0,6253	13,3078 – стандартная ошибка функции Y
F -статистика	109,3206	131 – число степеней свободы
Регрессионная сумма квадратов	38720,7786	23199,7508 – остаточная сумма квадратов

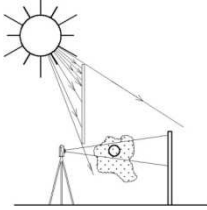
А именно, использовались уравнения второго и третьего порядка, исследовались уравнения с добавлением парного эффекта «белое на черном»+«черное на белом» в линейной и нелинейной комбинациях.

По результатам обработки описанных уравнений, было выявлено, что для вариантов освещения «Дым на солнце, экран в тени» и «Экран на солнце, дым в тени» наиболее предпочтительной является модель второго порядка. Для варианта освещения «Все на солнце» наиболее предпочтительной является линейная модель. Для варианта освещения «Все в тени» наиболее предпочтительной является модель с добавлением парного эффекта в линейной комбинации.

Таким образом, конечные уравнения с найденными коэффициентами для каждого компонента дымности ОГ, при различных вариантах локальной освещенности, будут иметь вид (табл. 2):

Таблица 2. - Итоговая таблица для каждого из вариантов локальной освещенности

Вариант освещения	Итоговое уравнение
<p>«Все на солнце»</p>	$Y = 1,89 \times X_1 + 0,71 \times X_2 + 8,76$
<p>«Дым на солнце, экран в тени»</p>	$Y = 0,54 \times X_1^2 + 0,01 \times X_2^2 + 6,50$
<p>«Экран на солнце, дым в тени»</p>	$Y = 0,04 \times X_1^2 + 0,16 \times X_2^2 + 13,55$

 <p>«Все в тени»</p>	$Y = 1,41 \times X_1 + 2,57 \times X_2 - 0,04 \times X_1 \times X_2 + 3,22$
---	---

Полученные значения коэффициентов уравнений отражают количественные соотношения компонентов в итоговой дымности и уже могут использоваться для определения дымности видеорегистрационным методом.