

ЧЕРНЕЦОВ Д.А., КАПУСТИН В.П.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СЕТКИ В НЕЙТРАЛИЗАТОРАХ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Аннотация:** в статье предложена экспериментально-теоретическая формула для определения коэффициента загрязнения металлической сетки и определён поправочный коэффициент для конкретных условий работы сетки.

**Ключевые слова:** отработавшие газы, металлическая сетка, площадь живого сечения, коэффициент загрязнения.

### CHERNETSOV DA, VP KAPUSTIN DETERMINATION OF FACTOR OF POLLUTION METAL MESH IN THE CONVERTER EXHAUST ENGINES

**Abstract:** In the article the experimental and theoretical formula for determining the rate of contamination of the metal mesh and determined the correction coefficient for the specific conditions of the grid.

**Keywords:** exhaust, steel mesh, open area, the ratio of pollution.

При проектировании и оптимизации параметров нейтрализаторов токсичных компонентов отработавших газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) основная задача стоит в определении коэффициента газодинамического сопротивления. Так, в устройствах снижения токсичности ОГ с насыпным или гранулированным катализатором используются металлические ограничительные решётки, коэффициент газодинамического сопротивления которых определяется по формуле [1]:

$$\xi_{mp}^c = k_{c3} \cdot (1 - S_1/S_2) + (S_2/S_1 - 1)^2, \quad (1)$$

где  $k_{c3}$  - коэффициент степени загрязнения сетки;  $S_1$  - площадь живого сечения сетки (суммарная площадь всех отверстий), м<sup>2</sup>;  $S_2$  - площадь канала за сеткой (сечение камеры катализатора), м<sup>2</sup>.

Площадь живого сечения сетки с квадратными ячейками определяется по формуле [2]:

$$S_1 = n \cdot S_{oms} = n \cdot a^2,$$

где  $n$  - количество отверстий в сетке;  $S_{oms}$  - площадь одного отверстия, м<sup>2</sup>;  $a$  - сторона одного отверстия, м.

Площадь канала за сеткой равна площади камеры катализатора:

$$S_2 = S_p = \frac{\pi \cdot d_p^2}{4},$$

где  $S_p$  - площадь поперечного сечения реактора, м<sup>2</sup>;  $d_p$  - диаметр реактора катализатора, м.

В формуле (1) основная сложность состоит в определении коэффициента загрязнения сетки, так как согласно [2] он определяется опытным путём по изменению потерь давления в сравнении с новой сеткой. Автором работы [2] установлено, что коэффициент загрязнения сетки для новой сетки равен:  $k_{c3} = 1$ , для не окисленных и не запылённых сеток  $k_{c3} = 1,3$ .

Теоретически коэффициент загрязнения сетки можно определить по формуле, которая показывает во сколько раз площадь живого сечения новой сетки больше площади живого сечения загрязнённой сетки:

$$k_{cz} = \frac{S_1^H}{S_1^3},$$

где  $S_1^H$  - площадь живого сечения новой сетки, м<sup>2</sup>;  $S_1^3$  - площадь живого сечения загрязнённой сетки, м<sup>2</sup>.

Площадь живого сечения загрязнённой сетки достаточно сложно измерить без специального оборудования, основанного на пропускании пучка света через решётку. Поэтому предлагается определять степень загрязнения сетки, выполняющей функцию ограничения слоя катализатора в устройстве нейтрализации ОГ и работающей в зоне диапазона температур 0-700°C, по сравнению масс загрязнённой и новой сеток. Необходимо учесть, что при загрязнении сетки её масса может увеличиваться, но площадь живого сечения остаться неизменной, поэтому в формулу коэффициента загрязнения сетки необходимо ввести поправочный коэффициент.

$$k_{cz} = k \cdot \frac{m_c^H}{m_c^3}, \quad (2)$$

где  $k$  - поправочный коэффициент, учитывающий изменение площади живого сечения сетки в зависимости от условий эксплуатации;  $m_c^H$  - масса новой сетки, кг;  $m_c^3$  - масса загрязнённой сетки, кг.

Коэффициент  $k$  для конкретных условий работы можно определить косвенными измерениями:

$$k = \frac{m_c^3 \cdot \Delta p_c^H}{m_c^H \cdot \Delta p_c^3}, \quad (3)$$

где  $\Delta p_c^H$  - потери давления новой сетки, Па;  $\Delta p_c^3$  - потери давления загрязнённой сетки, Па.

Для определения поправочного коэффициента  $k$  в ТГТУ на кафедре «Автомобильная и аграрная техника» были проведены испытания металлических сеток, используемых для ограничения слоя катализатора в комбинированном устройстве снижения токсичности (КУСТ) ОГ дизельных ДВС [3].

Испытания проводились с целью определения потерь давления в КУСТ и изменения массы ограничительной сетки в реальных условиях эксплуатации автомобиля КАМАЗ-53212 с двигателем КАМАЗ-740. Нарботка ДВС за время испытаний составила 1000 моточасов. Замеры потерь давления и массы загрязнённой сетки проводились через каждые 100 моточасов. Перед измерением потерь давления слой катализатора извлекался из КУСТ для того, чтобы исключить изменение потерь давления в катализаторе. Замеры проводились при температуре окружающей среды 25°C и давлении 740 мм.рт.ст.

Результаты исследований, приведённые к нормальным атмосферным условиям, представлены в таблице 1 и на рисунках 1 и 2.

Потери давления ОГ (рисунок 1) при использовании загрязнённой сетки в комбинированном устройстве снижения токсичности возрастают с увеличением наработки ДВС. Это происходит из-за загрязнения проходного сечения сетки вследствие окисления и нагара за время наработки, что препятствует поступлению ОГ в катализатор, а также ухудшается процесс его регенерации и таким образом приводит к снижению эффективности работы нейтрализатора.

Из рисунка 2 видно, что при наработке

250-400 моточасов масса сетки резко возрастает, так как нагар интенсивно нарастает и закрывает проходное сечение.

После определения средних значений потерь давления, масс сетки и их ошибок был рассчитан поправочный коэффициент по формуле (3), который составил  $k = 0,868 \pm 0,0043$ .

Тогда коэффициент загрязнения сетки, согласно выражению (2), будет равен:

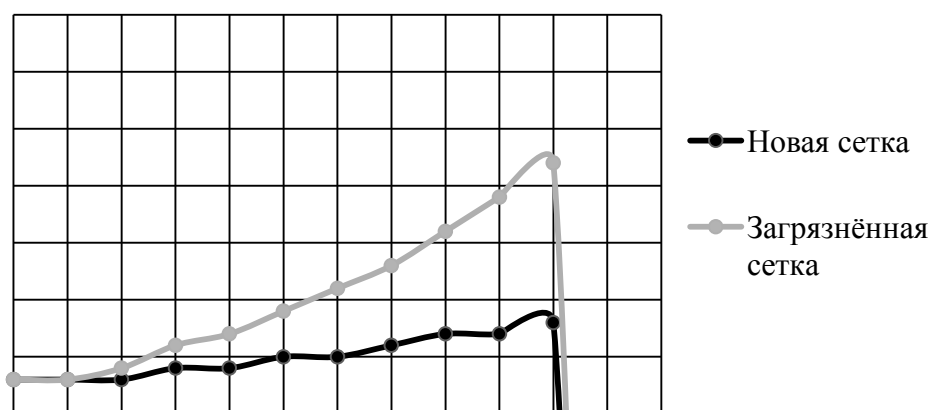
$$k_{сз} = 0,868 \cdot \frac{m_c^H}{m_c^3},$$

Таким образом, получена экспериментально-теоретическая формула для определения коэффициента загрязнения металлической сетки, используемой в нейтрализаторах ОГ ДВС в качестве ограничителя катализатора. Вся сложность определения газодинамического сопротивления металлической сетки сводится к взвешиванию загрязнённой сетки.

Таблица 1 – Результаты испытания металлической сетки

Наработка, моточасы	Противодавление для новой сетки, $\Delta p_c^H$ , кПа	Противодавление для загрязнённой сетки, $\Delta p_c^3$ , кПа	Масса новой сетки, $m_c^H$ , г	Масса загрязнённой сетки, $m_c^3$ , г
0	0,98	0,98	15,308	15,310
50	0,98	0,98	15,308	15,315
100	0,98	0,99	15,310	15,336
150	0,99	1,01	15,309	15,352
200	0,99	1,02	15,310	15,374
250	1,00	1,04	15,310	15,388
300	1,00	1,06	15,311	15,432
350	1,01	1,08	15,312	15,510
400	1,02	1,11	15,311	15,637
450	1,02	1,14	15,312	15,685

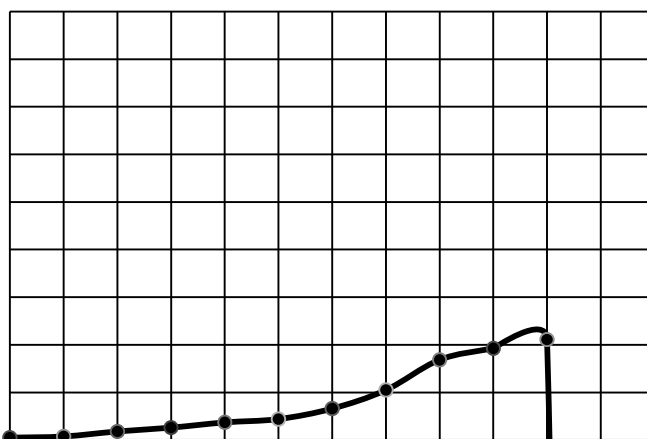
$\Delta p \cdot 10^3$ ,  
Па



W·10, моточасы

Рисунок 1 – Зависимость потерь давления ОГ от наработки ДВС

м, г



W·10, моточасы

Рисунок 2 – Зависимость массы загрязнённой сетки от наработки ДВС

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров / Х. Уонг // Перевод с англ. Справочник. – М.: Атомиздат. 1979. – 216 с.
2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик // Под ред. М.О. Штейнберга. – 3-е изд. перераб. и доп. Машиностроение. – М., 1992. – 672 с.
3. Патент РФ № 2459091. Комбинированное устройство снижения токсичности отработавших газов дизеля / Д.А. Чернецов, В.П. Капустин, А.В. Гончаров. Заявл. 25.10.2010. Оpubл. 27.04.2012.

## **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Чернецов Дмитрий Александрович** – аспирант кафедры Автомобильная и аграрная техника, ФГБОУ ВПО ТГТУ, г. Тамбов, Россия, E-mail: [Black777780@mail.ru](mailto:Black777780@mail.ru). Телефон: 8-910-851-20-89, 77-73-57.

**Капустин Василий Петрович** – д.т.н., профессор кафедры Автомобильная и аграрная техника, ФГБОУ ВПО ТГТУ, г. Тамбов, Россия. Телефон: 53-52-73.

## **РЕЦЕНЗЕНТ**

**Князева Лариса Геннадьевна**, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник, лаборатории организации хранения и защиты техники от коррозии ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии.