

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ДЫМНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.Н. Карташевич, докт. техн. наук, профессор, А.В. Кравец, аспирант (УО БГСХА)

Рост парка автотракторных двигателей, увеличение единичных мощностей и расширение сферы их применения приводит к увеличению загрязнения атмосферы токсичными веществами отработавших газов (ОГ).

Одним из направлений повышения экологических показателей дизельных двигателей является разработка и применение специальных средств по дополнительной очистке ОГ от токсичных компонентов в процессе выпуска.

Электрофизическая очистка ОГ дизельных двигателей является приоритетным направлением теоретических и экспериментальных исследований по разработке систем снижения токсичности. Сущность электрофизической очистки заключается в использовании электромагнитной энергии для воздействия на поток ОГ с целью изменения качественных и (или) количественных характеристик ОГ [1, 2].

Являясь устройством прямого преобразования энергии, плазмореактор при незначительном энергокладе позволяет осуществлять высокую степень очистки ОГ как от твердых частиц, обеспечивая тем самым эффективное снижение дымности, так и от газообразных токсичных компонентов [3].

Плазмохимический способ очистки ОГ дизельных двигателей имеет следующие преимущества: незначительное газодинамическое сопротивление плазменных газоочистителей и его независимость от времени наработки устройства; возможность использования плазмореактора в качестве газоочистителя и глушителя шума; отсутствие сменных элементов конструкции, подлежащих утилизации.

Стендовые моторные испытания плазмореактора для оптимизации энергетических параметров при различных режимах питания и для определения эффективности очистки ОГ на данных режимах проводились на одноцилиндровом дизельном двигателе СН-6Д (рабочий объем 0,375 дм³, мощность 4,4 кВт).

Исследования проводились на различных скоростных режимах работы при изменении напряжения на электродной системе до пробойного. Потребляемая мощность от источника питания при этом не превышала 150 Вт,

температура ОГ $t_{ог} = 130...330^{\circ}\text{C}$, номинальный расход $G^V_{ог} = 45 \text{ м}^3/\text{ч}$. Различные значения дымности устанавливались посредством изменения нагрузочного режима работы двигателя.

На рис. 1 представлена зависимость степени очистки от величины содержания сажи в ОГ дизеля СН-6Д при фиксированном уровне напряжения на электродах.

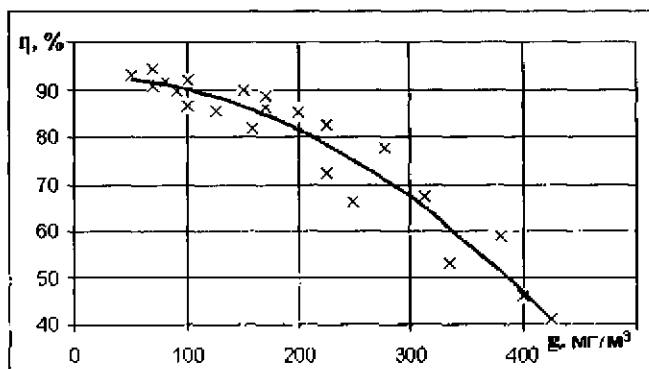


Рис. 1. Зависимость степени очистки от величины содержания сажи в ОГ дизеля СН-6Д

Как видно из приведенных данных, кривая линии тренда, описывающая зависимость степени очистки от величины сажесодержания, является монотонной для всего исследуемого диапазона изменения дымности ОГ. Такой вид кривой, очевидно, будет характерен для электроразрядных систем, у которых очистка ОГ посредством электростатических сил значительно преобладает над инерционной, либо последняя вообще отсутствует [1, 2]. Снижение степени очистки по мере увеличения значения величины сажесодержания объясняется тем, что при некоторой ее постоянной величине, которую способно обеспечить данное устройство при данном режиме питания разряда, увеличение сажесодержания в ОГ приводит и к увеличению количества сажи в очищенных газах. Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости увеличения рабочего напряжения или размеров электродной системы. Кроме того, при недостаточно развитой коро-

нирующей системе может проявляться фиксированный уровень зарядки частиц, также способствующий снижению эффективности сажеочистки при росте дымности ОГ.

На рис. 2 представлена зависимость степени очистки от приложенного напряжения $\eta = f(U)$, полученная на режиме номинальной мощности двигателя при стационарном режиме питания плазмореактора.

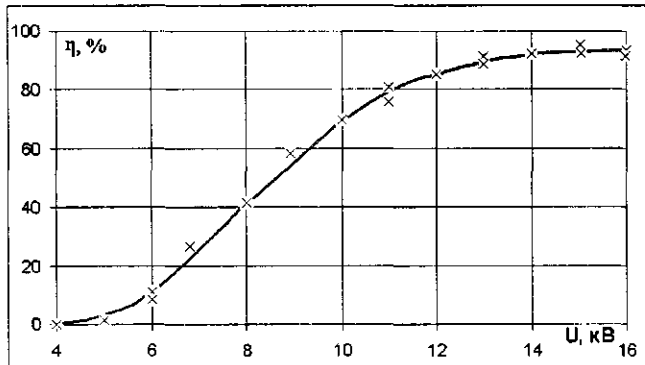


Рис. 2. Зависимость степени очистки от приложенного напряжения

На кривой $\eta = f(U)$ можно выделить три характерных участка (рис. 2). Участок 1 – от минимального напряжения до начала зажигания коронного разряда характеризуется прямопропорциональной зависимостью степени очистки от приложенного напряжения. На данном участке могут происходить некоторые сбои в работе ЭРС, связанные с неустойчивыми переходными процессами газовой ионизации. Участок 2 – от начала зажигания коронного разряда до значения $\eta = 90\%$ происходит значительное увеличение степени очистки при небольшом приросте напряжения U . На участке 3 ($\eta > 90\%$) наблюдается незначительное увеличение степени очистки при повышении напряжения $U \geq 14$ кВ. Незначительное повышение η на данном участке объясняется тем, что легкоулавливаемые частицы размером более 0,1 мкм осели на осадительном электроде, а для наиболее трудноулавливаемых частиц размером менее 0,1 мкм необходимо более высокое напряжение. Большее же напряжение использовать не всегда рационально, так как при незначительном повышении степени очистки (на 0,5...3 %) приходится значительно усложнять конструкцию изоляторов и применять, для предотвращения возникновения пробоев, системы автоматического регулирования напряжения.

Необходимо отметить, что неполнота очистки ОГ от сажи может быть следствием того, что плазмореактор мо-

жет работать еще и как коагулятор сажевых микрочастиц. В результате коагуляции на несколько порядков снижается величина концентрационного индекса сажевых частиц, которые после прохождения разрядной камеры представлены исключительно крупной фракцией, не представляющей такой опасности для живых организмов, как мелкодисперсные частицы. Работа плазмореактора-коагулятора, не снижая величины сажесодержания ОГ, может сводить к минимуму количество выделяемых частиц за счет их укрупнения.

Результаты экспериментальных исследований по определению эффективности снижения концентрации оксидов азота в ОГ двигателя СН-6Д при стационарном режиме питания плазмореактора представлены в табл. 1.

1. Эффективность снижения концентрации оксидов азота в плазме стационарного разряда

U_n , кВ	I , мА	$DeNO_x$, %
9	0,64	6...8
10	1,10	7...9
11	1,64	8...10
12	2,36	9...11
13	3,30	10...12
14	4,52	11...13
15	5,75	12...14
16	7,10	13...15
17	8,95	14...16

Как видно из приведенных данных, в плазме стационарного разряда возможна очистка ОГ от оксидов азота до 16%. Тем самым подтверждается вывод [1], что эффективность работы электроразрядной системы в первую очередь будет определяться его удельной мощностью.

В табл. 2 представлены данные по эффективности снижения концентрации оксидов азота в ОГ дизеля СН-6Д в плазме импульсного коронного разряда в зависимости от параметров импульсного напряжения. Эксперименты проводились на режиме номинальной мощности дизеля.

Наибольшее разложение NO_x (79%) было достигнуто при удельном энергокладе в разряд 11 Вт·час/м³ (табл. 3).

Из приведенных данных видно, что повышение величины удельного энергоклада способствует повышению эффективности очистки ОГ от оксидов азота. Эффективность очистки также повышается и при увеличении частоты следования импульсов. Данный факт, очевидно, является следствием того, что более высокочастотный режим является более токовым, что, в конечном счете, увеличивает число заряженных частиц, способных

2. Эффективность снижения концентрации оксидов азота в плазме импульсного разряда

f, Гц	100				200				400				500			
U_n , кВ	18	19	20	21	18	19	20	21	18	19	20	21	16	18	20	23
$DeNO_x$, %	17	19	20	21	24	28	32	35	48	55	65	70	46	58	75	79

3. Эффективность снижения концентрации оксидов азота в зависимости от удельного энергозатрата

Энергозатрат, Вт·ч/м ³	3	5	7	9	11
DeNO _x , %	22	41	59	71	79

производить возбуждение и ионизацию газовых молекул.

Необходимо отметить, что при импульсном режиме питания улавливания частиц сажи (снижения дымности ОГ) практически не происходит.

В табл. 4 представлены результаты экспериментальных исследований на двигателе СН-6Д по эффективности снижения концентрации оксидов азота, полученные при комбинированном режиме питания разряда (импульсное напряжение на фоне постоянного).

4. Эффективность снижения концентрации оксидов азота при комбинированном режиме питания электроразрядной системы

f, Гц	U _{имп.} , кВ	U _{п.} , кВ	DeNO _x , %
100	19	5,0	20
200	19	5,4	29
400	19	6,0	42
500	19	6,3	62

Следует отметить, что удельный энергозатрат при комбинированном режиме питания достигал 15 Вт·час/м³, степень очистки ОГ от сажи составляла 80...90%, что практически соответствует стационарному режиму питания разряда. При этом режиме работы в максимальной степени реализуется возможность "самоочистки" электродов в плазме высоковольтного импульсного разряда (аналогично электрическим "дожигателям" сажи). Данный режим питания может позволить одновременно осуществлять очистку ОГ от сажи и оксидов азота и тем самым

совместить функции чистого электрофильтра и плазмореактора в одном устройстве.

В настоящее время наиболее целесообразным может стать использование электроразрядных плазмохимических систем для снижения дымности и токсичности отработавших газов на мобильной и стационарной технике, работающей в помещениях с ограниченным или частично ограниченным воздухообменом. Кроме того, они могут найти применение в системах выпуска дизельных седельных тягачей, городских автобусов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карташевич А.Н., Васильев Г.М., Белоусов В.А., Сушнев А.А. Электроразрядные технологии очистки отработавших газов дизельных двигателей от токсичных компонентов. Монография. – Горки, 2002. – 282 с.
2. Васильев Г.М. Использование неравновесной плазмы для снижения токсичности дизельных двигателей. – Мн.: Ин-т тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2004.
3. Кравец А.В. Плазмохимический реактор для очистки отработавших газов дизельных двигателей // Содружество наук. – Барановичи-2005: Материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых исследователей, Барановичи, 22 февраля 2005 г.: В 2 ч. Ч. 2 / Редкол.: В.И. Кочурко (гл. ред.) и др. – Барановичи: УО "БарГУ", 2005. – С. 273-275.

УДК [631.331.86: 631.312.3] 001.8

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ФРЕЗЕРОВАНИЯ ДЕРНИНЫ ДЛЯ ПОДСЕВА ТРАВ

В.В.Азаренко, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, В.К. Клыбик, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник (РУНИП «ИМСХ НАН Беларуси»)

Увеличение производства травянистых кормов – одно из главных направлений интенсификации сельского хозяйства республики. Себестоимость кормовой единицы этих кормов в 2,5 раза ниже, чем у зерна, что является основным резервом повышения конкурентоспособности продукции животноводства.

Главный источник получения грубых кормов – это

лугопастбищные угодья, которые занимают 3,2 млн. га, что составляет более трети всех сельскохозяйственных угодий. Однако преобладающая часть лугов и пастбищ низкопродуктивная.

Увеличить продуктивность угодий и сбалансированность получаемых кормов по белку возможно прямым подсевом семян бобовых трав в дернину, что, кроме того,