

МЕХАНИЗМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ НЕЙТРАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ

А.А. Мельберт, А.А. Новоселов, А.А. Жуйкова, Р.А. Пугач

Приведены результаты исследований по регенерации каталитических нейтрализаторов продувкой парами газов.

Исследования по регенерации каталитических блоков, полученных с применением СВС-технологий, проведены на нейтрализаторе отработавших газов, разработанном при участии авторов настоящей работы. Испытания проведены с дизелем 6Ч 15/18, предназначенным для автобуса.

Стенд оборудовался согласно ГОСТ 14846-81, ГОСТ 17.2.2.01-84, ОСТ 37.001.234-86. В число задач испытаний входило обнаружение эффективности очистки отработавших газов при регенерации каталитических блоков нейтрализатора по 13-режимному испытательному циклу и изменение массовых выбросов нормируемых стандартом ЕВРО-4 по внешней скоростной характеристике. В результате проведенных испытаний также установлены изменения величин оценочных показателей вредных выбросов в зависимости от продолжительности регенерации каталитических блоков нейтрализатора.

В качестве регенерирующих использовались: раствор соли церия (раствор А); раствор $\text{CuCl}_2 + \text{NaCl}$ в 90 % этиленгликоля и 10 % нашатырного спирта (раствор В); раствор карбомида 15-процентный (раствор С). В таблице 1 приведены данные экспериментальных исследований по восстановле-

нию активности каталитических блоков регенерацией на режиме 1900 мин⁻¹ при полной нагрузке в течение одного часа. Из данных таблиц 1 следует, что наиболее эффективно регенерация блоков протекает при использовании раствора А, приблизительно одинаково при использовании раствора В и менее эффективно - при использовании раствора С.

Так при использовании раствора А за один час восстанавливаются каталитические свойства блоков по очистке газов: от оксида азота – на 98,98 %, оксида углерода – на 81,44 %; углеводородов – на 85,7 %, твердых частиц – на 85,7 %. При увеличении продолжительности регенерации до двух часов существенного сдвига по сравнению с первоначальной не наблюдалось. Лабораторным путем было обнаружено влияние на продолжительность регенерации пористости материала блоков, удельной активной поверхности, извилистости пор. Но последнее является материалами самостоятельного исследования.

В таблице 1 приведены данные экспериментальных исследований по 13-режимному испытательному циклу эффективности регенерации каталитического нейтрализатора при использовании трех растворов.

Таблица 1

Влияние регенерации каталитических блоков методом обработки их парами специальных растворов на удельные оценочные показатели вредных выбросов дизеля 6Ч 15/18

Оценочные показатели вредных выбросов по 13-режимному испытательному циклу	Величины оценочных показателей, г/(кВт·ч)						Раствор для регенерации	Степень регенерации блоков, %
	Допустимые уровни		Уровни выбросов					
	Требования ЕВРО-4	Требования ОСТ 37.001.234-81	Без КН в начале	С КН в начале	Перед регенерацией блоков 180ч	После регенерации 1ч		
$q_{\text{оц. NOx}}$	3,5	18,36	11,32	6,86	14,50	6,93	А	98,98
			11,36	6,92	13,73	7,34	В	94,27
			11,17	5,69	13,88	7,05	С	76,0
$q_{\text{оц. CO}}$	1,5	9,50	11,67	2,59	10,05	3,18	А	81,44
			11,77	2,63	10,40	3,21	В	81,93
			11,33	2,60	11,30	3,25	С	80,00
$q_{\text{оц. Сx Нy}}$	0,30	3,40	0,18	0,12	0,17	0,14	А	85,70
			0,21	0,14	0,17	0,16	В	87,50
			0,19	0,13	0,18	0,165	С	73,00
$q_{\text{оц. ТЧ}}$	0,02	К=35%	0,35	0,06	0,34	0,7	А	85,70
			0,35	0,06	0,34	0,08	В	74,98
			0,35	0,06	0,34	0,08	С	75,00

Как видно из данных таблицы 1, регенерация каталитических блоков при использовании растворов А, В, С не позволяет в полной мере восстановить качество очистки отработавших газов дизеля от вредных веществ. Тем не менее, если установить порог работы без регенерации и чаще чем через 180 часов производить ее, можно поддерживать работоспособность нейтрализатора.

При испытании дизеля с нейтрализатором по внешней скоростной характеристике до и после регенерации блоков методом обработки парами растворов были получены данные об изменении массовых выбросов нормируемых вредных веществ. Данные таких испытаний приведены на графиках рис. 1, где индексом 1 обозначены характеристики без нейтрализатора, индексом 2 - с нейтрализатором в начале испытаний, 3 – с нейтрализатором после дезактивации блоков, индексом 4 – после регенерации раствором солей церия.

На рис. 2 показана эффективность регенерации каталитических блоков при использовании растворов А, В, С. Следует отметить эффективность раствора А по восстановлению каталитических свойств блоков. Испытания проводились по 13-режимному испытательному циклу. Время регенерации свыше одного часа не использовалось. Хотя авторам известно, что в дальнейшем восстановление эффективности очистки газов происходит по экспоненциальным законам.

Данные говорят о том, что восстановление работоспособности каталитических нейтрализаторов методом регенерации парами специальных растворов является приемлемым, не сложным, реализуемым в практике использования.

Однако существует опыт в химической промышленности регенерации катализаторов парами специальных растворов с организацией обратной продувки газами, который является более эффективным, чем рассмотренный выше. Поэтому дальнейшие исследования были посвящены изучению возможности обратной продувки каталитических блоков в процессе их регенерации парами растворов.

Многоступенчатый каталитический нейтрализатор отработавших газов для дизеля с блоками, полученными с применением СВС-технологий, разработанный при непосредственном участии авторов, прошел испытания на стенде. Исследовался процесс регенерации каталитических блоков подачей специальных растворов в реактор нейтрализатора при обратной продувке отработавшими газами.

Испытания проведены после дезактивации катализаторов по 13-режимному испытательному циклу и по внешним скоростным характеристикам. В таблице 2 приведены данные экспериментальных исследований по 13-режимному циклу при регенерации каталитических блоков путем подачи в реактор специальных растворов и организацией обратной продувки горячими отработавшими газами.

Таблица 2

Результаты регенерации каталитических блоков нейтрализаторов методом подачи в реакторы специальных растворов и обратной продувки газами

Оценочные показатели вредных выбросов по 13-режимному испытательному циклу	Величины оценочных показателей, г/(кВт·ч)						Раствор для регенерации	Степень регенерации, %
	Допустимые уровни		Уровни выбросов с ОГ					
	Требования ЕВРО-4	Требования ОСТ 37.001. 234-81	До дезактив.		Перед регенерацией блоков 180ч	После регенерации 1ч		
Без КН			С КН					
$q_{\text{оц. NOx}}$	3,5	18,36	11,02	6,90	12,3	7,20	А	99,56
			11,07	6,92	14,5	6,99	В	98,90
			11,31	7,07	12,8	8,65	С	77,66
$q_{\text{оц. CO}}$	1,5	9,50	11,77	2,63	10,0	2,74	А	95,98
			12,01	2,68	10,6	3,01	В	87,66
			11,93	2,66	10,3	3,03	С	86,23
$q_{\text{оц. Cx Hy}}$	0,30	3,40	0,18	0,12	0,16	0,13	А	92,30
			0,19	0,12	0,18	0,137	В	85,71
			0,18	0,12	0,19	0,137	С	85,70
$q_{\text{оц. ТЧ}}$	0,02	K=35%	0,35	0,06	0,33	0,06	А	100
			0,35	0,06	0,33	0,06	В	100
			0,35	0,06	0,33	0,07	С	85,70

Данные таблицы 2 говорят о более полной регенерации каталитических блоков нейтрализаторов при использовании обратной

продувки отработавшими газами с парами растворов. Наибольшая эффективность реге-

МЕХАНИЗМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ НЕЙТРАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ

нерации достигнута при применении раствора А.

При испытании дизеля по внешней скоростной характеристике, результаты которого графически представлены на рис. 3, показано влияние регенерации каталитических блоков путем подачи регенерирующего раствора А и организации обратной продувки отработавшими газами. Здесь введено сокращение ДА, которое следует понимать как дезактивация. Как видно из графиков рис.1, при сохранении часового расхода топлива, при дезактивации катализатора мощность дизеля падает по внешней скоростной характеристике на 9...13%. Это происходит в связи с резким повышением противодавления выпуску. Массовые выбросы оксида углерода M_{CO} , углеводородов M_{CH} , оксидов азота M_{NO_x} и твердых частиц M_{TC} возрастают.

Результаты регенерации каталитических блоков нейтрализатора путем подачи в реактор различных растворов А, В, С и организацией обратной продувки представлены на графиках рис. 4. Наиболее интенсивно протекает процесс регенерации при применении раствора А.

Когда речь идет о регенерации дезактивированных каталитических блоков, умышленно не проводились работы по подбору температур, скоростей обратного потока, концентраций растворов. Эти работы были проведены в лабораторных условиях. В практике регенерации дизель продолжает эксплуатироваться и процесс регенерации должен идти на случайно выбранных режимах. Дальнейшее повышение качества регенерации можно связывать с дополнительным подогревом каталитических блоков.

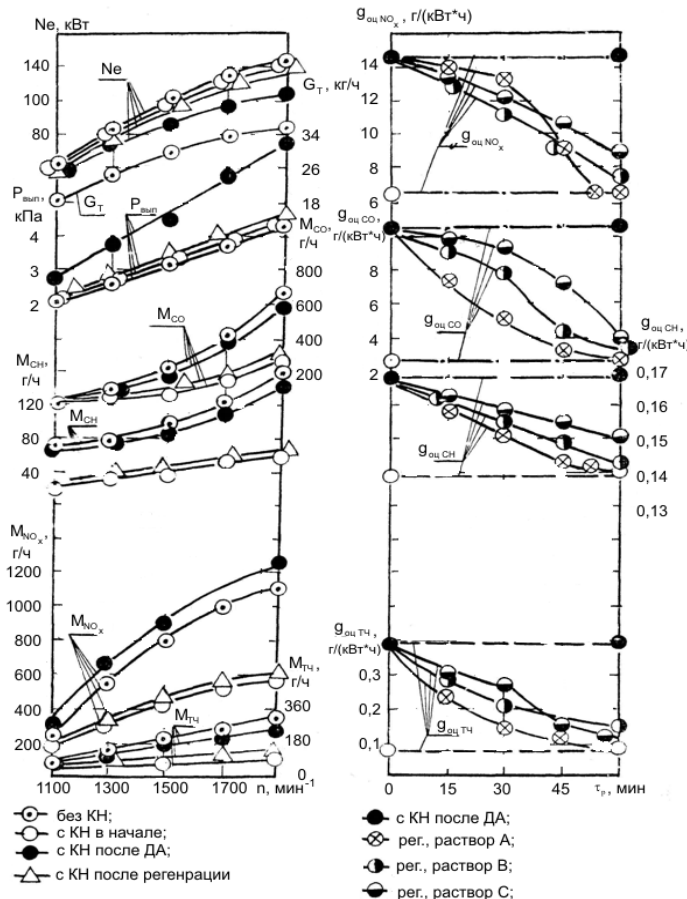


Рис. 1. Изменение вредных выбросов по внешней скоростной характеристике дизеля 5Дб-192 после регенерации КН

Рис. 2. Изменение оценочных показателей вредных выбросов дизеля 5Дб-192 по 13-режимному испытательному циклу после регенерации нейтрализатора

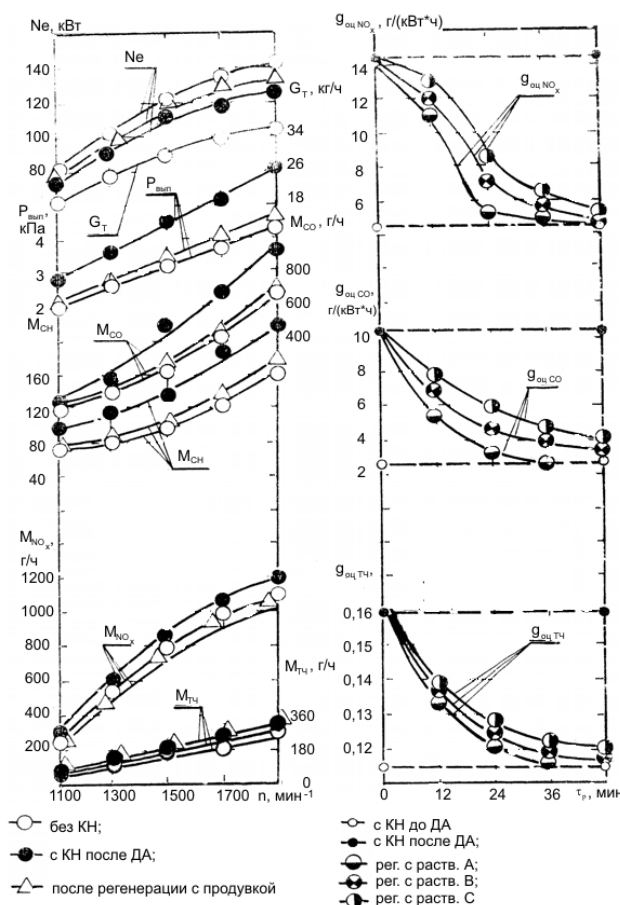


Рис. 3. Восстановление каталитической активности блоков КН дизеля 5Д6-192 при регенерации с с обратной продувкой по 13-режимному испытательному циклу

Рис. 4. Регенерация блоков КН дизеля 5Д6-192 с обратной продувкой по 13-режимному испытательному циклу

Апробация каталитических нейтрализаторов с системами регенерации каталитических блоков и обратной продувкой отработавшими газами показала, что для обеспечения надежности функционирования их необходима синхронная механическая система управления газораспределением. Эта задача была решена коллективом исследователей АлтГТУ им. И.И.Ползунова.

На рис. 5 представлена конструкция каталитического нейтрализатора в продольном разрезе по оси, совмещенная с системой автоматизации процесса регенерации. Нейтрализатор содержит корпус 1 со стальными стенками 2 и установленными с зазором стенками 3 и 4 из металлокерамики, вместе с зазором 5 и 6, обеспечивающие тепловую изоляцию. В выступах 7 и 8 в торцевой стенке 9 и крышке 8 установлены окислительный каталитический блок из пористой проницаемой металлокерамики 53, сажевый фильтр 56, восстановительный каталитический пористый

металлокерамический блок 54. Упомянутые блоки и поперечная перегородка 12 делят внутреннюю полость нейтрализатора на входную полость 55, первую промежуточную 57, вторую промежуточную полость 58, выходную полость 59. В глухом входном патрубке 36 с торцевой стенкой 38 установлен датчик давления 60 и прорезаны сквозные окна 40 и 41, трубы 44 и 45 соединяют полость 48 через окна 18 и 20 во внешней трубе 13 механизма газораспределения и внутренней трубе 25 с окнами 27 и 28. Механизм газораспределения разделен глухой перегородкой 31, окна 17 и 19 совмещаются при повороте внутренней трубы 25 с окнами 27 и 28 в ее боковых стенках. Выходной патрубком 37 выполнен с глухой торцевой стенкой 39, в его полосу введен датчик давления 61, а окна 42 и 43 в боковых стенках трубами 46 и 47 соединены с окнами 22 и 24 в боковых стенках механизма газораспределения 15 с внутренней поворотной трубой 26, разделенной перегородкой 32.

МЕХАНИЗМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ НЕЙТРАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ

При повороте внутренней трубы 26 совпадают окна 21, 23 с окнами 29, 30 соответственно. Внутренние трубы механизмов газораспределения соединены жестко штоком 33 с рычагом 34, приводимым механизмом 35. Окна 17 и 19 соединены с окнами 21 и 23 перепускными трубами. Труба обратного

перепуска оборудована форсункой 52, подача реагента к которой осуществляется из бака 65 насосом 66 через кран 67 и электромагнитный клапан 64 по команде от микропроцессора 62.

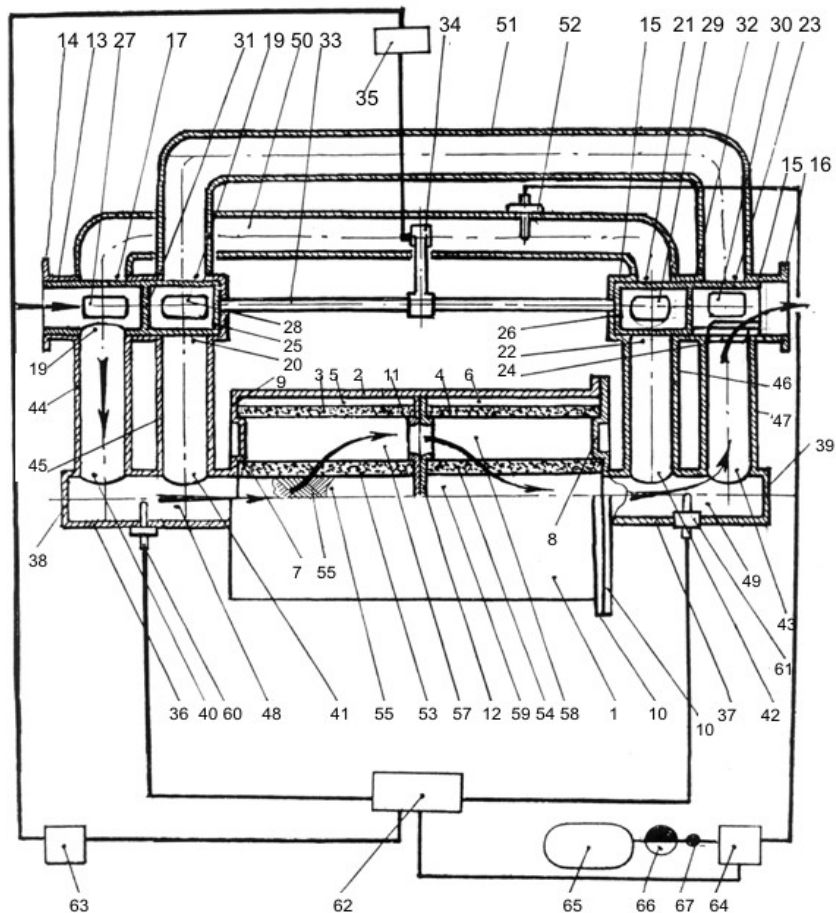


Рис. 5. Каталитический нейтрализатор для дизеля с системой синхронизации при регенерации

Такое исполнение каталитического нейтрализатора позволило решить задачу синхронизации газораспределения при регенерации и организации обратного потока отработавших газов, что повысило надежность системы, упростило конструктивную схему самого нейтрализатора, сократило количество приводов. Полученный патент свидетельствует о новизне решения.

Таким образом, найдены конструктивные решения каталитических нейтрализаторов с системами регенерации и проведено апробирование их работы. Результаты апробирования говорят о том, что данный метод регенерации каталитических блоков из СВС-материалов можно рекомендовать для практического использования.