



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 076 930** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁶ **F 01 N 3/28**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 93005080/06, 20.08.1991
(30) Приоритет: 28.08.1990 DE P 4027207.9
(46) Дата публикации: 10.04.1997
(56) Ссылки: Заявка ЕПВ N 0223058, кл. F 01 N 3/28, 1987. Заявка ЕПВ N 0245737, кл. F 01 N 3/28, 1988. Заявка ЕПВ N 0245738, кл. F 01 N 3/28, 1988. Патент ФРГ N 3710268, кл. G 01 N 25/28, 1988. Заявка ЕПВ N 0236659, кл. F 02 D 41/14, 1987. Патент ФРГ N 2643739, кл. F 01 N 3/15, 1978.
(86) Заявка PCT:
EP 91/01582 (20.08.91)

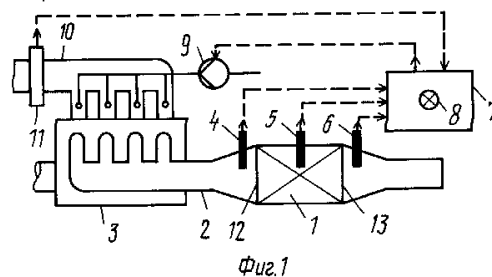
(71) Заявитель:
Эмитек Гезельшафт фюр Эмиссионстехнологи
мБХ (DE)
(72) Изобретатель: Вольфганг Маус[DE],
Хельмут Сварс[DE], Рольф Брюк[DE]
(73) Патентообладатель:
Эмитек Гезельшафт фюр Эмиссионстехнологи
мБХ (DE)

(54) СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЗА КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ КАТАЛИЗАТОРА В СИСТЕМЕ ВЫХЛОПА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Применение: изобретение относится к способу контроля за каталитической активностью катализатора (1) в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания (3). Сущность изобретения: из сигналов от по меньшей мере двух температурных датчиков (4, 5, 6), которыми оснащен катализатор (1), образуют измеряемый температурный параметр, за которым наблюдают в течение длительного промежутка времени для образования некоторого усредненного значения с учетом множества эксплуатационных состояний двигателя внутреннего сгорания (3) или с учетом других измеряемых параметров, которые получаются при помощи системы наблюдения за двигателем (7) и характеризуют имеющееся эксплуатационное состояние двигателя (3),

приводят его к оценке, не зависящей от имеющегося эксплуатационного состояния, а затем сравнивают с заданным предельным значением; если измеренный температурный параметр оказывается меньше предельного значения, выдается предупредительный сигнал о дефекте катализатора. 2 с. и 12 з.п.ф-лы. 7 ил.



RU 2 076 930 C1

RU 2 076 930 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 076 930** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **F 01 N 3/28**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 93005080/06, 20.08.1991

(30) Priority: 28.08.1990 DE P 4027207.9

(46) Date of publication: 10.04.1997

(86) PCT application:
EP 91/01582 (20.08.91)

(71) Applicant:
Ehmitek Gezel'shaft fjur
Ehmissionstekhnologi mbKh (DE)

(72) Inventor: Vol'fgang Maus[DE],
Khel'mut Svars[DE], Rol'f Brjuk[DE]

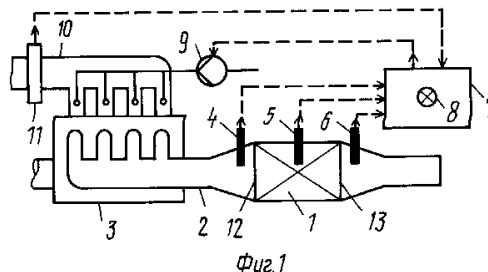
(73) Proprietor:
Ehmitek Gezel'shaft fjur
Ehmissionstekhnologi mbKh (DE)

(54) **METHOD OF MONITORING CATALYTIC ACTIVITY OF EXHAUST GAS CATALYTIC CONVERTER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering; internal combustion engines. SUBSTANCE: proposed device is designed for monitoring catalytic activity of converter 1 in exhaust system of internal combustion engine 3. Controlled temperature parameter is formed by signals of at least two temperature pickups 4, 5, 6 installed in converter 1. Temperature pickups are monitored during sufficient time period to find averaged value with due account of various operating conditions of internal combustion engine 3 or with due account of other measured parameters which are obtained from engine observation system 7 and are characteristic of operating condition of engine 3. They are used to

evaluate the condition irrespective to current condition of engine and then are compared with preset value. If measured temperature parameter is lower than preset value, signal is initiated to indicate trouble in catalytic converter. EFFECT: enhanced reliability of operation. 14 cl, 7 dwg



RU 2 0 7 6 9 3 0 C 1

RU 2 0 7 6 9 3 0 C 1

Изобретение относится к способу контроля за каталитической активностью катализатора в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания, а также к устройствам с катализаторами для применения в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания, которые особенно пригодны для контроля по патентуемому способу.

В связи со все более строгими правилами по защите окружающей среды двигателя внутреннего сгорания, особенно в автомобилях, все более широко оснащаются системами выхлопа, снабженными катализаторами для превращения вредных веществ в выхлопных газах двигателей в безвредные. Под катализатором обычно понимают сотообразную деталь из металла или керамики с множеством каналов, через которые проходят выхлопные газы. При этом каждый канал имеет стенку, покрытую слоем каталитически активного металла, т.е. катализатора в собственном смысле этого слова. Обычно металлические катализаторы выполняют в виде слоистой конструкции из структурированных пластин, наматывают в виде спирали или стыкуют каким-либо иным образом. Такие формы описаны, например, в европейских патентах EP 0223058 B2, EP 0245737 B2 или EP 0245738 B2.

Для обеспечения работоспособности катализатора в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания известно оснащение катализаторов измерительными датчиками для контроля за температурой или иными устройствами для того, чтобы из полученных значений сделать выводы о работоспособности катализатора во время работы двигателя внутреннего сгорания. Соответствующие предложения содержатся в патентах DE 2643739 A1, DE 3710268 A1 и EP 0236659 A1. В обоих первых патентах предложено оснащать катализатор по меньшей мере двумя температурными датчиками, установленными в различных местах катализатора один за другим в направлении потока выхлопного газа. При этом датчики могут быть оба расположены вне катализатора первый перед входной его стороной, а второй за выходной стороной; кроме того, в патенте DE 2643739 A1 предлагается расположить по меньшей мере один датчик внутри катализатора. В обоих патентах далее предлагается образовывать из сигналов датчиков сигнал, соответствующий разности температур, регистрируемых датчиками, чтобы использовать этот сигнал для оценки работоспособности катализатора. В патенте EP 0236659 A1 представлена система расшифровки сигналов от измерительных датчиков. Эта система дает предупредительный сигнал в случае, если разность температур превышает некоторое первое предельное значение, и второй сигнал о длительном повреждении, если разность температур превышает второе предельное значение, которое явно превышает первое предельное значение.

Далее, в патенте DE-2643739 A1 предлагается расположить два температурных датчика в зоне выходной стороны катализатора близко один к другому, причем первый датчик имеет каталитически активную поверхность, а второй - каталитически инертную поверхность. При

помощи такого измерительного устройства можно выяснить, содержит ли еще выхлопной газ, проходящий мимо измерительных датчиков, вредные вещества, которые могут быть нейтрализованы; это привело бы к тому, что оба датчика регистрировали бы разную температуру.

В отношении осуществления длительного и надежного контроля за катализатором в системе выхлопа нынешнее состояние техники не дает каких-либо указаний. В долгосрочных технических средствах, какими в случае двигателей внутреннего сгорания являются автомобили, по мере пробега порядка 100 000 км или длительности эксплуатации порядка 1000 часов способность катализатора нейтрализовать подводимые к нему вредные вещества постоянно падает. Этот процесс называют "старением"; он обусловлен многообразными физическими и химическими факторами окружающей среды, которые невозможно устранить даже при самом тщательном уходе за катализатором. Кроме старения катализатора возможно, как известно, и "отравление" (например, в результате применения содержащего свинец бензина в снабженном катализатором двигателе с искровым зажиганием), которое может за короткое время привести к частичной или полной потере каталитической активности. Процесс старения в значительной мере зависит от нагрузки, которой подвергается катализатор в конкретных условиях эксплуатации. Это значит, что практически в каждом автомобиле старение катализатора обусловлено конкретными условиями работы: универсальную оценку стойкости катализатора, даже для определенных разновидностей автомобилей, дать вряд ли возможно. Универсальные рекомендации относительно того, после какого срока эксплуатации или после какого пробега надо менять катализатор, приходится особенно ужесточать во избежание продолжающегося применения потерявших активность катализаторов; не удается обойтись без довольно часто встречающейся замены еще пригодных катализаторов, к тому же нельзя выявить отравленные катализаторы. Здесь найти выход из положения можно только путем длительного и надежного контроля за работоспособностью каждого катализатора. При этом контроль должен осуществляться на основании критериев, которые возможно меньше зависели бы от конкретного вида нагружения катализатора. Как видно и из упомянутых выше патентов, измеряемая упомянутым образом температура в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания при регулярной эксплуатации катализатора варьируется в весьма широких пределах. Максимальное наблюдаемое значение иногда более чем вдвое превышает наименьшее наблюдаемое значение.

В связи с этим для оценки активности катализатора может оказаться недостаточным привлечение в качестве важного измеряемого температурного параметра только одного-единственного независимого от нагруженности нижнего предельного значения, считая катализатор дефектным, если измеренный температурный параметр не превышает это предельное значение.

В отличие от этого изобретение указывает

способы контроля за катализатором в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания, позволяющие обеспечить надежную оценку сигналов от температурных датчиков, которыми оснащен катализатор, благодаря чему достигается надежное выявление степени каталитической активности катализатора.

Первым решением этой задачи является способ контроля за каталитической активностью катализатора, через который протекает выхлопной газ, в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания, состоящий в том, что во время эксплуатации двигателя система контроля за его состоянием периодически производит измерение, содержащее следующие этапы:

а) определение измерительного температурного параметра и сигналов по меньшей мере двух температурных датчиков, которыми оснащен катализатор;

б) наблюдение за измеряемыми температурными параметрами в течение длительного промежутка времени с образованием некоторого усредненного значения температуры;

в) определение каталитической активности путем сравнения усредненного значения температуры с заданным предельным значением и выдачи предупредительного сигнала в случае, если усредненное значение температуры меньше предельного значения.

Согласно первому варианту изобретения, из сигналов температурных датчиков, которыми оснащен катализатор, образуется измеряемый температурный параметр, за которым ведется наблюдение в течение длительного промежутка времени с образованием усредненного значения температуры, благодаря чему достигаются следующие преимущества.

а) Переходные эксплуатационные состояния, называемые обычно "сменой нагрузки", практически не сказываются на результате измерения, так как их длительность по сравнению с длительностью измерения очень мала; интерпретация результатов измерения существенно упрощается. Процессы, происходящие в катализаторе во время смены нагрузки, весьма сложны и сопровождаются результатами измерения, которые иногда сильно отличаются от результатов измерения в стационарном состоянии. Это объясняется прежде всего тем, что, хотя при смене нагрузки скорость протекания выхлопного газа через катализатор изменяется в течение долей секунды, распределение температуры внутри катализатора появляется только через несколько секунд. Производя измерение в течение длительного промежутка времени, можно существенно уменьшить влияние переходных процессов.

б) Усредненное значение температуры охватывает множество различных эксплуатационных состояний двигателя внутреннего сгорания, вследствие чего позволяет делать выводы, в значительной степени не зависящие от конкретного применения данного двигателя.

Длительный промежуток времени, прохождение которого, разумеется, должно прерываться при временном останове двигателя, целесообразно принимать равным

по меньшей мере 10 часов, предпочтительно в диапазоне 100 1000 часов. Необходимо найти компромисс между желанием получить выводы, возможно более независимые от конкретной нагрузки данного двигателя, и возможностью своевременного выявления возникшего повреждения. С точки зрения использования изобретения в автомобиле упомянутый выбор длительности соответствует пробегу ок. 1000 км. Верхний предел ограничивается имеющимся в настоящее время опытом оценки стойкости катализатора, которая находится на уровне пробега 100 000 км.

Особенно целесообразное исполнение данного способа отличается тем, что измеряемое значение температурного параметра определяется и регистрируется в многоканальном анализаторе. В последнем введенные замеры цифро-аналогового преобразователя сначала переводятся в цифровую форму (если это уже не было сделано ранее) и затем используются в качестве адресов для обозначения ячейки памяти в запоминающем устройстве многоканального анализатора. К числу, стоящему в адресованной таким образом ячейке памяти, прибавляется единица. Многоканальный анализатор позволяет делать статистическую оценку того, как часто в течение периода измерений наблюдался измеренный температурный параметр определенного уровня. Соответственно можно оценить и тип использования данного двигателя внутреннего сгорания, благодаря чему становится возможным дальнейшее улучшение контроля за катализатором. При этом особенно целесообразно выбирать предельное значение параметра для определения того, достаточно ли еще каталитическая активность катализатора, в зависимости от выявленного многоканальным анализатором типа использования двигателя. Помимо определяемого из распределения усредненного значения температуры можно еще использовать для оценки каталитической активности и форму распределения.

Особенно просто заявляемый способ поддается осуществлению в том случае, если для образования усредненного значения измеряемые температурные параметры интегрируются в течение длительного промежутка времени. Это можно сделать, например, при помощи простого аналогового интегратора (фильтра низких частот); устройство для осуществления способа становится тогда особенно простым.

Данный способ можно еще улучшить, если во время измерения кроме измеряемых температурных параметров контролировать еще другие параметры, которые характеризуют эксплуатационное состояние самого двигателя внутреннего сгорания, с чем естественно связана и оценка конкретной нагруженности катализатора. К числу таких других измеряемых параметров относятся, например, частота вращения вала двигателя внутреннего сгорания, температуры выхлопного газа, давление выхлопного газа, весовой расход в системе выхлопа или весовой расход в системе подачи воздуха в двигатель. Такие параметры и без того определяются широко распространенными в последнее время электронными

устройствами для управления двигателями с целью дозирования расхода топлива и т.п. при эксплуатации двигателей внутреннего сгорания; целесообразно привлечь их для оценки параметров, определяемых в катализаторе. Так как параметры, определяемые в катализаторе, сильно зависят от конкретного эксплуатационного состояния, можно путем приспособления предельного допустимого значения к другим параметрам, в частности к их средним значениям, сделать определение активности катализатора в значительной мере независимым от рода нагруженности двигателя внутреннего сгорания.

Регистрацию других измеряемых параметров целесообразно осуществлять, как уже отмечалось в связи с измеряемым температурным параметром, при помощи многоканального анализатора, в случае надобности многомерного. Таким образом можно определить совместно эксплуатационное состояние двигателя внутреннего сгорания, а именно средний параметр эксплуатационного состояния с учетом взаимной корреляции других измеряемых параметров. Разумеется, особенно целесообразно регистрировать как измеряемый температурный параметр, так и другие измеряемые параметры совместно в одном соответствующем многоканальном анализаторе. Благодаря этому становится возможным после каждого проведенного измерения получить статистическую оценку частоты появления любых однозначно характеризующих эксплуатационных состояний. В частности, можно исключить из дальнейшего анализа те измеренные значения параметров, которые явно соответствуют переходным состояниям и поэтому не представляют собой пригодные для учета данные.

Вторым заявляемым решением задачи является способ контроля за каталитической активностью катализатора, через который протекает выхлопной газ в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания, состоящий в том, что во время эксплуатации двигателя система контроля за его состоянием периодически производит измерение, содержащее следующие этапы:

а) определение измеряемого температурного параметра из сигналов от по меньшей мере двух температурных датчиков, которыми оснащен катализатор;

б) определение двух измеряемых параметров, которые характеризуют эксплуатацию двигателя внутреннего сгорания;

в) определение предельного значения температуры из других измеряемых параметров;

г) определение активности путем сравнения измеренных температурных параметров с предельными значениями температуры и выдача предупредительного сигнала в случае, если измеренный температурный параметр меньше предельного значения.

Согласно первому заявляемому решению задачи во всех его исполнениях производятся достаточно длительные измерения, с помощью которых в принципе преследуется цель статистического усреднения во всех наблюдавшихся во время измерения

эксплуатационных состояний двигателя внутреннего сгорания и катализатора. В результате получаются измеренные значения, которые в значительной мере не зависят от конкретных эксплуатационных состояний и поэтому позволяют с достаточной надежностью делать общую оценку того, можно ли считать активность катализатора достаточной или нет. Согласно второму решению предлагается путем кратковременных измерений (длительность измерения составляет несколько секунд) с учетом других измеряемых параметров, на основании которых можно определить эксплуатационное состояние двигателя и катализатора, уточнить измеренные в катализаторе температурные параметры и на их основании дать оценку активности катализатора, независимую от конкретного эксплуатационного состояния, при котором производилось измерение. Первый способ можно с успехом сочетать с вторым способом, например, таким образом, что производится наблюдение за долговременным развитием оценки, полученной согласно второму способу. Можно также на основании заданных значений для других измеряемых параметров выбрать некоторое конкретное эксплуатационное состояние или несколько конкретных эксплуатационных состояний и определить активность катализатора каждый раз только для таких конкретных эксплуатационных состояний. В качестве конкретных эксплуатационных состояний подходят такие, которые встречаются с достаточно большой вероятностью в каждом из подвергающихся наблюдению двигателей внутреннего сгорания в случае автомобиля это, например, холостой ход, движение по шоссе, медленный разгон и т.п. Целесообразно для определения активности определять среднее значение по нескольким из таких эксплуатационных состояний.

Особенно целесообразно согласно второму способу для определения предельного значения температуры при каждом измерении кроме имеющихся других измеряемых параметров учитывать еще по меньшей мере один измеренный температурный параметр, найденный во время прежнего измерения. В целом это дает возможность для определения предельного значения температуры учитывать изменение измеренного температурного параметра со временем, найденное в течение периода средней или большой длительности, и тем самым приспособить применяемое предельное значение температуры в конкретном случае к катализатору и условиям его нагружения.

Особенно целесообразно регистрировать измеренную по заявленному способу активность катализатора в течение длительного промежутка времени и учитывать полученную таким образом информацию при определении предельного значения температуры. Это особенно целесообразно тогда, когда при применении данного способа контроля наблюдение ведется не по всему катализатору, а только по некоторому его сектору. Если катализатор новый, то, например, наблюдаемая активность некоторого сектора на участке выхода из него будет мала, потому что превращение

происходит практически полностью на участках катализатора вблизи входного конца, куда выхлопной газ проникает с самого начала. По мере потери активности в первоначально активных участках катализатора возрастает активность наблюдаемого сектора. Через некоторое время она достигает максимума, а затем снижается вследствие старения.

Долговременный контроль активности сектора позволяет весьма чувствительно приспособить предельное значение температуры. Непосредственно после ввода катализатора в действие контроль происходить не может, после же определенного времени, когда активность перешла через определенный порог, предельное значение температуры можно выбрать с избытком для того, чтобы выявить возможный эффект отравления. Наконец, по мере снижения активности становится возможной весьма чувствительная настройка предельного значения температуры.

Трудность расшифровки измерения, произведенного в переходном эксплуатационном состоянии, уже была отмечена ранее. Поэтому особенно целесообразно следить за измерительными сигналами температурных и(или) других датчиков во время переходных процессов, надежным признаком которых является переменный во времени сигнал. Целесообразно прерывать измерение, когда производная по времени по меньшей мере одного сигнала значительно отличается от нуля. Тем самым достигается гарантия того, что для контроля за катализатором учитываются только измерения в практически стационарном состоянии.

Неожиданно оказалось, что можно включать в рассмотрение измеренные параметры, полученные при некоторых переходных процессах; в частности, благоприятная разновидность второго патентуемого способа отличается тем, что

а) сигнал первого температурного датчика проверяют на наличие скачкообразных изменений;

б) при появлении скачкообразного изменения сигнал второго температурного датчика наблюдают в течение короткого промежутка времени;

в) измеренное значение температуры образуют из изменения сигнала второго температурного датчика в течение времени.

При этом короткий промежуток времени целесообразно принимать равным не более 3 с, а предпочтительно в диапазоне 1 2 с.

В связи с этим включаются в рассмотрение скачкообразные переходные процессы, которые за короткое время переводят двигатель внутреннего сгорания из первого стационарного эксплуатационного состояния во второе такое состояние. В наличии такого процесса надо убедиться путем соответствующей расшифровки других измеряемых параметров. В данном случае первым температурным датчиком является датчик, находящийся перед входной стороной катализатора и обладающий малой тепловой инертностью, вследствие чего он быстро выявляет скачкообразные изменения температуры выхлопного газа. Второй температурный датчик находится внутри катализатора или за выходным концом

последнего. Подлежит рассмотрению изменение с течением времени сигнала второго температурного датчика, отражающего изменение термических и каталитических условий в катализаторе.

При контроле с учетом простых переходных состояний необходимо также убедиться, что во время измерения не происходят никакие другие переходные процессы, способные исказить результаты измерения.

На Фиг. 1 изображена схема взаимодействия двигателя внутреннего сгорания, системы выхлопа и катализатора, предназначенная для применения патентуемого способа; на фиг. 2, 3, 4 и 5 примеры оснащения температурными датчиками катализатора с патентуемым способом контроля; на фиг. 6 схема распределения температуры внутри катализатора во время эксплуатации; на фиг. 7 схема распределения температуры по периферии катализатора во время эксплуатации.

Для упрощения описания на всех фигурах элементы одинакового назначения обозначены одинаковыми номерами.

На фиг. 1 схематически изображен двигатель внутреннего сгорания 3 с системой выхлопа 2, в которой находится катализатор 1. Катализатор 1 снабжен температурными датчиками 4, 5 и 6, которые могут быть, например, терморезисторами или термочувствительными резисторами.

Температурные датчики 4, 5 и 6 присоединены к системе 7 наблюдения за работой двигателя, например к соответствующему электронному управляющему устройству, которое принимает и обрабатывает все необходимые для эксплуатации двигателя измеренные данные. В системе 7 наблюдения за двигателем находится устройство, в котором при эксплуатации двигателя внутреннего сгорания 3 осуществляется патентуемый способ контроля за каталитической активностью катализатора 1, через который проходит выхлопной газ. Предупредительный сигнал, который должна выдать система 7 наблюдения за двигателем в случае обнаружения недостаточной активности катализатора 1, состоит, как правило, в срабатывании показывающего устройства 8, например сигнальной лампочки. Разумеется, можно придать предупредительному сигналу какую-либо иную форму, в крайнем случае, например, полностью прервать работу двигателя 3. Для управления двигателем 3 во время эксплуатации система 7 наблюдения за двигателем получает необходимые данные от соответствующих датчиков в двигателе 3; например, на фиг. 1 система 10 свежего газа для подачи несгоревшего воздуха в двигатель 3 снабжена воздухомером 11, который определяет весовой расход воздуха, поступающего в двигатель 3, и дает об этом сведения в систему наблюдения 7. Другие измерительные датчики для наглядности не изображены; в частности, обычно предусматриваются устройства для измерения производственной частоты (например, частоты вращения) двигателя и т. п. К числу функций управления, осуществляемых системой 7 наблюдения за двигателем, относится, например, дозировка

горючего, соответственно система 7 оказывает воздействие на топливный насос 9. Для наглядности на схеме не показана система зажигания двигателя 3. Необходимость наличия такой системы очевидна, в связи с чем нет надобности останавливаться на этом вопросе. На фиг. 1 катализатор снабжен первым температурным датчиком 4, расположенным перед входным концом 12, через который в катализатор 1 поступают выходящие из двигателя 3 выхлопные газы. Вторым температурным датчик 5 находится внутри катализатора 1, в данном случае посередине, а третий температурный датчик 6 расположен за выходным концом 13, через который выхлопные газы покидают катализатор 1. Не оказывая этим существенное влияние на работу первого датчика 4 и второго датчика 6, можно было бы разместить их и внутри катализатора 1, соответственно вблизи входного конца 12 или выходного конца 13. При помощи трех изображенных датчиков 4, 5 и 6 возможен многократный контроль за катализатором 1. С учетом сигналов первого датчика 4 и второго датчика 5 можно контролировать активность катализатора 1 от входного конца 12 до середины катализатора. Если катализатор 1 является новым, то активность его высока, по мере старения катализатора 1 она падает. При помощи второго датчика 5 и третьего датчика 6 можно контролировать активность участка катализатора 1 от середины до выходного конца 13; в новом катализаторе она сначала мала, по мере износа возрастает вследствие отказа первоначально активного сектора катализатора, а потом опять снижается из-за старения. Здесь под "активностью" понимается не теоретическая каталитическая способность катализатора 1; активность характеризует достигаемую в фактической эксплуатации степень превращения вредных веществ, содержащихся в выхлопном газе, в безвредные. Теоретическая способность катализатора к превращению веществ, разумеется, с самого начала ввода в действие подвержена спаду из-за старения; но до тех пор, пока она еще превышает некоторое критическое значение, активность, измеряемая патентуемой системой контроля, выглядит как бы постоянной. Только после заметного спада активности она непосредственно соответствует максимальной способности катализатора 1 к превращению веществ. Разумеется, контроль с расположением датчиков 4, 5 и 6 согласно фиг. 1 может осуществляться всеми тремя возможными парами датчиков 4, 5 и 6. Лишь на протяжении большого промежутка времени от нескольких сот до нескольких тысяч часов регистрируется постепенно меняющийся характер изменения активности. Как бы то ни было, с течением времени активность падает и необходимо контролировать, когда будет достигнуто предельное значение, выбираемое в зависимости от осуществленного расположения. По достижении этого предельного значения должен быть подан предупредительный сигнал. Измерительная схема, представленная на фиг. 1 в качестве возможной, позволяет при этом по-разному осуществить патентуемый способ контроля. Для случая долговременных измерений это

ясно без объяснений. Если же требуется осуществить кратковременные измерения, то схема с применением первой термопары 4 и третьей термопары 6 может оказаться нецелесообразной; лучше всего в этом случае применить схему с первым температурным датчиком 4 и вторым температурным датчиком 5. Это вызвано тем, что первый датчик 4 лучше всего способен обнаружить внезапное изменение температуры выхлопного газа, поступающего в катализатор 1. Соответственно и его конструкция должна обеспечивать возможно меньшую термическую инертность. Вторым датчик 5 для кратковременного измерения, особенно для кратковременного измерения с учетом переходных процессов, надо разместить не слишком далеко от первого датчика 4. Как уже отмечалось, изменения скорости потока выхлопного газа в кратчайшее время (со скоростью звука) переносятся через катализатор 1, температурные же изменения распространяются медленно, в течение нескольких секунд. Поэтому сигнал от второго температурного датчика 5 изменяется не только гораздо медленнее, чем сигнал от первого датчика 4, но и между наблюдаемыми изменениями происходит запаздывание порядка нескольких секунд. Это запаздывание приходится учитывать или корректировать в системе 7 наблюдения за двигателем.

На фиг. 2 показан еще один вариант оснащения катализатора 1, находящегося в системе выхлопа 2, первым температурным датчиком 4 и вторым температурным датчиком 5. Оба датчика 4, 5 в изображенном примере расположены внутри катализатора 1. При таком расположении можно производить как долговременные, так и кратковременные измерения; однако вследствие неизбежной термической инертности участка между входным концом 12 и первым температурным датчиком 4 этот способ измерения менее благоприятен для рассмотрения переходных эксплуатационных состояний. Для корректировки влияния возможных переходных эксплуатационных состояний сигналы от датчиков 4, 5 целесообразно интегрировать с постоянной времени порядка нескольких секунд; это можно осуществить или при помощи электронной аппаратуры (применением фильтра низких частот), или же целесообразно применить температурные датчики 4, 5 с соответственно высокой термической инертностью (термопары, окруженные достаточно массивной гильзой, проволочные резисторы, заделанные в структуру катализатора и т.п.).

На фиг. 3 показана схема, в которой первый температурный датчик 4 расположен перед входным концом 12 катализатора 1 в системе выхлопа 2, а второй температурный датчик 5 проходит от входного конца 12 к выходному концу 13. Конструктивное оформление датчика 5 и его заделка в катализатор 1 не имеют большого значения; второй датчик 5 не обязательно пропускать внутри катализатора 1, и он не обязательно должен быть прямым (например, можно было бы в зависимости от конструкции катализатора 1 применить спиральный вариант). Кроме того, как в изображенном примере, было бы весьма целесообразно располагать датчики 4, 5 некоторыми их

пространственными элементами перпендикулярно к направлению протекающего выхлопного газа, если не требуется во что бы то ни стало обеспечить возможно меньшую термическую инертность (как это требуется для осуществления патентуемого способа с учетом переходных процессов). Вообще омывание катализатора 1 выхлопным газом перпендикулярно к направлению потока газа является весьма неоднородным, и путем применения растянутых датчиков 4, 5 достигаются оценки условий, характеризующих определенные участки катализатора 1, которые поддаются воспроизведению к переносу лучше, чем оценки условий, строго ограниченных в пространстве.

Измерительная система согласно фиг. 3 меньше пригодна для кратковременных измерений; она служит для долговременных измерений, как будет позднее описано в связи с фиг. 6.

На фиг. 4 показано специальное исполнение устройства, изображенного схематически на фиг. 3. Оба температурных датчика 4, 5 выполнены в виде петлеобразных проволочных резисторов, электрическое сопротивление которых зависит от температуры. Первый датчик 4 положен на входной конец 12 катализатора 1 и закреплен на нем или же размещен в непосредственной близости от входного конца 12. Второй датчик 5 размещен внутри катализатора 1.

Сходное в принципе с вариантами согласно фиг. 3 и 4 исполнение катализатора 1 с температурными датчиками 4, 5 и 6 изображено на фиг. 5. Здесь второй датчик 5 находится не внутри катализатора, а на его периферии 14. Это же относится к первому температурному датчику 4 и третьему температурному датчику 6. Исполнение согласно фиг. 5 особенно целесообразно потому, что не требуется никаких изменений внутри катализатора 1; оно особенно целесообразно при применении к катализаторам 1 с металлическим каркасом, который обычно и без того имеет твердую трубчатую оболочку, наружная поверхность которой образует периферию 14. На таком катализаторе 1 можно легко закрепить, а в случае повреждения легко заменить проволочные резисторы. Первый датчик 4 и третий датчик 6 намотаны на периферию вблизи соответствующего конца катализатора 1. Для каждого из трех датчиков 4, 5 и 6 показаны простые проволочные петли в форме шпильки для волос; разумеется, петли такой формы можно заменить и петлями иной формы, если требуется увеличенная длина проволоки, не опасаясь повлиять на их функцию.

На фиг. 6 показано распределение температуры внутри катализатора 1 в стационарном эксплуатационном состоянии. По оси абсцисс отложено расстояние, проходимое в катализаторе 1 от входного конца 12 до выходного конца 13, а по оси ординат соответствующая температура. Температура поступающего в катализатор 1 выхлопного газа должна иметь значение, превосходящее минимальную температуру, необходимую для работы катализатора. Представленный график изображает характер изменения температуры в сравнительно

новом катализаторе 1. Непосредственно за входным концом 12 (соответствующим нулевой точке графика) очень быстро температура возрастает, достигая некоторого максимума, который в соответствии с теплопроводностью катализатора 1 и теплопередачей, осуществляемой проходящим выхлопным газом, остается вплоть до выходного конца примерно постоянным. График, показанный штриховой линией, изображает характер изменения температуры в катализаторе 1, подвергшемся сильному старению. Начиная от входного конца 12 температура возрастает лишь медленно; активность участков катализатора 1 непосредственно за выходным концом 12 сильно снизилась, однако не исчезает полностью. Только на участках вблизи выходного конца 13 вследствие сохранившейся еще активности наступает заметное повышение температуры. При расположении температурных датчиков в виде проволочных резисторов согласно фиг. 3 или 4 первый датчик 4 измерял бы температуру катализатора на входном конце 12; второй датчик 5 измеряет усредненное по всей длине катализатора 1 значение температуры в соответствии с интегралом изображенного на фиг. 6 графика. Если катализатор 1 еще вполне работоспособен, то первый датчик 4 и второй датчик 5 измеряли бы в основном одинаковую температуру. Когда катализатор подвергается старению, первый датчик 4 измеряет заметно более низкую температуру, чем второй датчик 5. Возникшая таким образом разность температур является мерой старения катализатора 1; сначала она мала, потом по мере использования увеличивается и наконец снова падает, когда катализатор 1 стал терять активность по всей своей длине, причем в крайнем случае, когда катализатор полностью потерял активность, никакой разности температур нет. Активность катализатора 1 нужно считать недостаточной, когда разность температур, скорректированная с учетом влияния конкретных эксплуатационных состояний двигателя внутреннего сгорания, прошла через максимум. Соответственно надо выбрать предельное значение.

На фиг. 7 иллюстрируется характер изменения температуры на периферии катализатора 1, причем изображаемые величины являются такими же, как на фиг. 6. Важно то, что по достижении максимума температура не остается в основном постоянной, а снова снижается до той зоны катализатора 1, в которой в основном происходит каталитическая реакция. Это следует объяснить прежде всего потерями тепла путем излучения; за активной зоной больше не происходит выделения тепла, вследствие чего температура катализатора 1 на участке периферии за наиболее активной зоной снова падает. В связи с этим долговременный контроль можно осуществлять и путем определения положения зоны максимальной температуры на периферии. Согласно изобретению, это осуществляется, например, по схеме, представленной на фиг. 5. Такую схему можно в зависимости от надобности улучшить, предусмотрев на периферии катализатора 1 множество мест измерения температуры с

тем, чтобы в любое время можно было определить пространственное распределение температуры.

Формула изобретения:

1. Способ контроля за каталитической активностью катализатора в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания, через который протекает выхлопной газ, путем измерения периодически повторяемого во время эксплуатации двигателя при помощи системы для наблюдения за двигателем с определением измеряемого температурного параметра от сигналов по меньшей мере двух расположенных на некотором расстоянии друг от друга в направлении потока температурных датчиков, расположенных в катализаторе или вблизи него, причем каталитическую активность определяют путем сравнения с заданным предельным значением и выдают предупредительный сигнал, если измеренное значение оказывается ниже предельного, отличающийся тем, что в течение промежутка времени эксплуатации двигателя внутреннего сгорания, достаточно длительного для учета влияния конкретных видов нагружения, производят усреднение измеренного температурного параметра с образованием усредненного значения температуры и каталитическую активность определяют путем сравнения этого усредненного значения температуры с заданным предельным значением.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что промежуток времени наблюдения составляет каждый раз по меньшей мере около 10 ч, предпочтительно диапазон от примерно 100 до 1000 ч, в течение которых двигатель внутреннего сгорания находится в эксплуатации.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что измеренный температурный параметр определяют периодически через промежуток времени, которые значительно короче, чем промежуток времени наблюдения, и регистрируют в памяти многоканального анализатора, входящего в состав системы для наблюдения за двигателем, по истечении промежутка времени наблюдения для образования усредненного значения температуры используют содержимое памяти, а затем содержимое памяти стирают.

4. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что измеренный температурный параметр интегрируют на протяжении промежутка времени наблюдения для образования усредненного значения температуры.

5. Способ по пп.1 4, отличающийся тем, что во время эксплуатации двигателя внутреннего сгорания получают другие измеряемые параметры, характеризующие эксплуатационное состояние двигателя внутреннего сгорания, наблюдают другие измеряемые параметры на протяжении промежутка времени наблюдения с образованием других усредненных значений и предельное значение определяют с учетом других усредненных значений.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что другие параметры периодически

регистрируют и вводят в многомерный многоканальный анализатор, при этом по истечении промежутка времени наблюдения используют содержимое многомерного многоканального анализатора для образования других усредненных значений, а затем содержимое многомерного многоканального анализатора стирают.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что измеренный температурный параметр периодически регистрируют совместно с другими параметрами и вводят в память многомерного многоканального анализатора.

8. Способ контроля за каталитической активностью катализатора, через который протекает выхлопной газ, в системе выхлопа двигателя внутреннего сгорания путем измерения периодически повторяемого во время эксплуатации двигателя при помощи системы для наблюдения за двигателем с определением измеряемого температурного параметра из сигналов от по меньшей мере двух температурных датчиков, которыми оснащен катализатор, отличающийся тем, что определяют другие измеряемые параметры, характеризующие данное эксплуатационное состояние двигателя, определяют предельное значение температуры из других измеряемых параметров, определяют активность путем сравнения измеренного температурного параметра с предельным значением температуры и выдают предупредительный сигнал, если измеренный температурный параметр меньше предельного значения температуры.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что для определения предварительного значения температуры кроме других измеряемых параметров используют по меньшей мере один найденный при прежнем измерении температурный параметр.

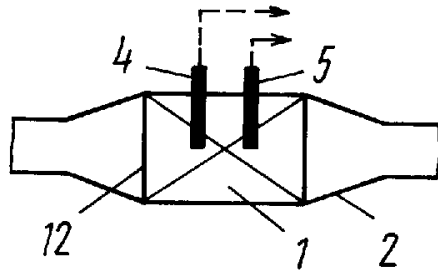
10. Способ по п.9, отличающийся тем, что активность регистрируют в течение промежутка времени, достаточно длительного для учета конкретных условий нагружения, и учитывают для определения предельного значения температуры.

11. Способ по пп.8 10, отличающийся тем, что измеряемый температурный параметр соответствует разности температур, измеренных двумя температурными датчиками.

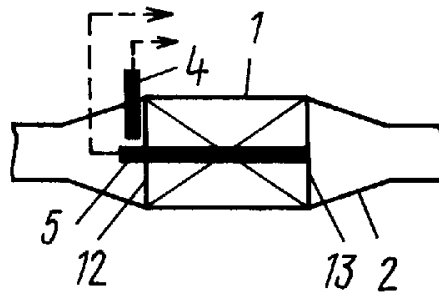
12. Способ по пп. 8 11, отличающийся тем, что образуют производную по времени для по меньшей мере одного сигнала, измерение прекращают, если производная по времени существенно отличается от нуля.

13. Способ по пп.8 10, отличающийся тем, что сигнал от первого температурного датчика проверяют на скачкообразные изменения, при появлении скачкообразного изменения в течение короткого промежутка времени наблюдают за сигналом от второго температурного датчика, из изменения сигнала от второго температурного датчика с течением времени образуют измеряемый температурный параметр.

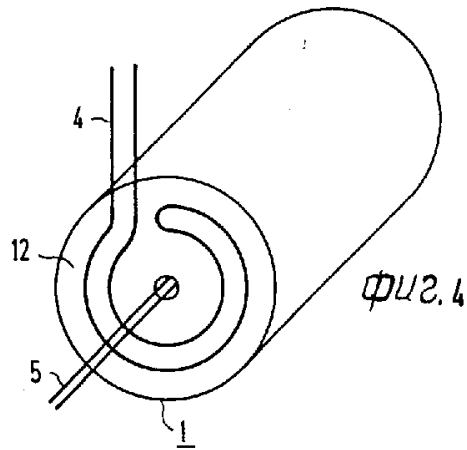
14. Способ по п.13, отличающийся тем, что короткий промежуток времени имеет длительность не выше 3 с, предпочтительно в диапазоне от примерно 1 до 2 с.



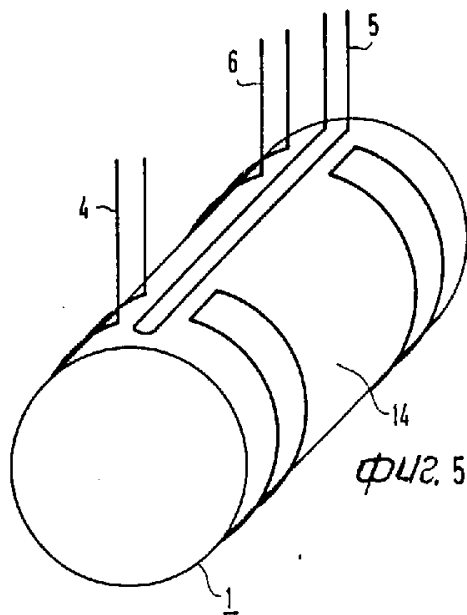
Фиг. 2



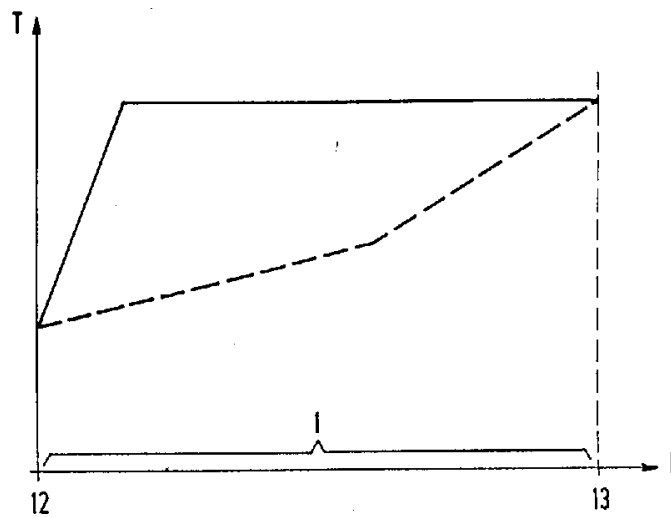
Фиг. 3



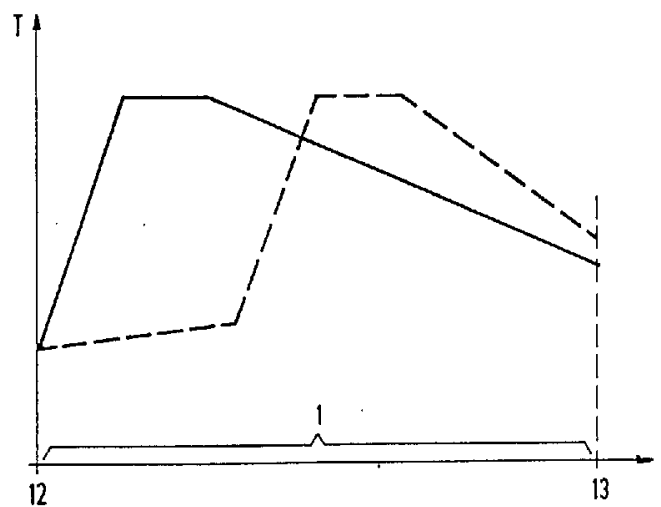
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг.6



Фиг.7