

Предпосылки

Изделия для курения, такие как сигареты или сигары, производят как главную струю дыма во время затяжки, так и боковую струю дыма во время статического горения. Одним из компонентов как главной струи дыма, так и боковой струи дыма являетсяmonoоксид углерода (CO). Желательным является уменьшение количества monoоксида углерода в дыме.

Краткое изложение

Предлагаются композиции скрошенного табака, сигаретная бумага, материал сигаретного фильтра, сигареты и способы изготовления сигарет, которые используют катализаторы на основе серебра. Катализаторы на основе серебра, которые предпочтительно способны действовать в качестве и окислителя, и катализатора при превращении monoоксида углерода в диоксид углерода, могут обеспечить уменьшение количества monoоксида углерода и/или совокупного дисперсного вещества в главной струе дыма сигареты во время курения.

Катализатор на основе серебра содержит частицы серебра и/или оксида серебра, которые находятся в и/или на носителе в виде частиц оксида второго металла. Предпочтительно частицы серебра и/или оксида серебра представляют собой наноразмерные частицы. Например, в предпочтительном варианте реализации наноразмерные частицы серебра нанесены на открытую поверхность носителя в виде частиц оксида второго металла. Частицы носителя могут содержать наноразмерные и/или микроразмерные частицы. Предпочтительно оксидом второго металла является нестехиометрический оксид. Примеры вторых металлов включают магний, алюминий, кремний, титан, ванадий, хром, марганец, железо, иттрий, цирконий, ниобий, церий, гафний и их смеси. Катализаторы, которые содержат частицы серебра и/или оксида серебра на оксидном носителе, предпочтительно содержат примерно от 1 до 70 мас.%, более предпочтительно - от примерно 5 до 20% серебра и/или оксида серебра. В соответствии с одним вариантом реализации частицы серебра и/или оксида серебра характеризуются средним размером частиц менее примерно 100 нм, более предпочтительно - менее примерно 50 нм. Катализатор может содержать агломераты наноразмерных частиц серебра и/или оксида серебра, причем эти агломераты характеризуются средним размером в диапазоне от примерно 1 до 50 мкм.

Способ изготовления сигареты, содержащей катализатор на основе серебра, включает стадии (i) введения катализатора на основе серебра по меньшей мере в один компонент из начиночного скрошенного табака, сигаретной бумаги и материала сигаретного фильтра; (ii) подачи начиночного скрошенного табака в сигаретную машину с формированием табачного жгута; (iii) размещения сигаретной бумаги вокруг табачного жгута с формированием табачного штранга сигареты и (iv) необязательного прикрепления сигаретного фильтра, содержащего материал сигаретного фильтра, к табачному штрангу с использованием ободковой бумаги. Катализатор может быть введен в один или более компонентов сигареты путем распыления, опыливания или погружения.

В соответствии с предпочтительным способом в компонент сигареты вводят катализатор, состоящий, по существу, из нанесенных на носитель частиц серебра и/или оксида серебра. В соответствии с дополнительным способом катализатор, который вводят в компонент сигареты, содержит частицы серебра и/или оксида серебра, которые смешаны с частицами оксидного носителя.

Нанесенные на носитель частицы серебра и/или содержащие серебро частицы (например, оксид серебра), могут быть получены посредством осаждения или термического разложения соли серебра, такой как нитрат серебра. В соответствии с дополнительным способом катализатор на основе серебра может быть получен посредством перемешивания раствора соли серебра с коллоидной суспензией оксида второго металла, а затем нагревания этой смеси для разложения соли серебра с образованием частиц серебра и/или оксида серебра, которые введены в и/или на оксид второго металла. Предпочтительным вторым металлом является церий, который может образовывать частицы носителя из нестехиометрического оксида.

В соответствии с дополнительным способом катализаторы на основе серебра могут быть получены лазерным испарением и контролируемой конденсацией материала мишени в контролируемой атмосфере, при этом материал мишени содержит серебро и второй металл, отличный от серебра. В результате абляции подходящей мишени под действием энергии лазерного излучения могут образовываться наноразмерные частицы серебра и/или оксида серебра и частицы оксида второго металла, которые конденсируются в газовой фазе с образованием катализатора на основе серебра.

В предпочтительном варианте реализации перед введением катализатора на основе серебра в и/или по меньшей мере на один компонент из начиночного скрошенного табака, сигаретной бумаги и материала сигаретного фильтра этот катализатор нагревают при температуре по меньшей мере 200°C в атмосфере, содержащей кислородсодержащий газ, для того, чтобы окислить серебро с образованием катализатора на основе серебра, состоящего, по существу, из оксида серебра, находящегося в и/или на носителе в виде оксида второго металла.

Катализатор на основе серебра также можно использовать для уменьшения концентрации monoоксида углерода в выбросах отработавших газов транспортных средств, газе, используемом в лазере, газе, используемом в топливном элементе, и/или окружающем воздухе, подвергающемся фильтрации воздуха.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует схему аппарата для синтеза катализаторов на основе серебра посредством лазерного испарения/контролируемой конденсации,

фиг. 2 демонстрирует схему кварцевого проточного трубчатого реактора,

фиг. 3 демонстрирует превращение CO в CO₂ для катализатора на основе серебра, содержащего частицы серебра,

фиг. 4 демонстрирует превращение CO в CO₂ для катализатора на основе серебра, содержащего свежеосажденные частицы оксида серебра,

фиг. 5 демонстрирует превращение CO в CO₂ для катализатора на основе серебра, содержащего свежеосажденные частицы оксида серебра,

фиг. 6 демонстрирует превращение CO в CO₂ для катализатора на основе серебра, содержащего смесь частиц серебра и свежеосажденных частиц оксида серебра,

фиг. 7 демонстрирует превращение CO в CO₂ для катализатора на основе серебра, содержащего частицы оксида серебра на носителе из оксида церия,

фиг. 8 демонстрирует превращение CO в CO₂ для катализатора на основе серебра, содержащего частицы серебра на носителе из оксида церия, полученные по способу ЛИКК,

фиг. 9 демонстрирует превращение CO в CO₂ для катализатора на основе серебра, содержащего частицы серебра на носителе из оксида церия, полученные по способу ЛИКК.

Подробное описание предпочтительных вариантов реализации

Катализаторы на основе серебра могут быть введены в компонент сигареты, такой как начиночный скрошенный табак, сигаретная бумага и/или материал сигаретного фильтра. Катализаторы на основе серебра могут обеспечить катализ и/или окисление при превращении монооксида углерода в диоксид углерода. В частности, катализаторы на основе серебра являются подходящими для использования при окислении монооксида углерода при низкой температуре или при температуре, близкой к температуре окружающей среды. В результате введения катализаторов на основе серебра в компонент сигареты количество монооксида углерода в главной струе дыма может быть уменьшено. Катализаторы на основе серебра содержат частицы серебра и/или оксида серебра, нанесенные на частицы носителя из оксида второго металла, причем этот второй металл отличается от серебра.

В соответствии с одним вариантом реализации катализаторы на основе серебра могут быть получены путем осаждения серебра и/или оксида серебра из водного раствора соли серебра. Осажденный продукт может быть объединен с носителем, таким как частицы оксида второго металла (т.е. металла, отличного от серебра). Примеры оксидных носителей включают оксид церия, оксид титана и/или оксид алюминия. Осажденный продукт может быть смешан с частицами носителя с получением катализатора на основе серебра, содержащего частицы серебра и/или оксида серебра, нанесенные на частицы носителя.

В соответствии с дополнительным вариантом реализации нанесенные на носитель катализаторы на основе серебра могут быть получены путем перемешивания раствора соли серебра о коллоидной суспензией оксида второго металла, а затем термического разложения соли серебра в контролируемой атмосфере с получением катализатора на основе серебра, содержащего серебро и/или оксид серебра, которые находятся в и/или на частицах оксида второго металла.

В соответствии с дополнительным вариантом реализации наноразмерные содержащие серебро частицы (например, серебро или оксид серебра), могут быть получены путем лазерного испарения/контролируемой конденсации из мишени, содержащей серебро. При лазерном испарении/контролируемой конденсации исходный материал (например, мишень) подвергают воздействию энергии лазерного излучения для того, чтобы получить пар, а после этого конденсируют с получением катализатора на основе серебра. Кроме того, при использовании лазерного испарения/контролируемой конденсации катализатор на основе серебра можно получать непосредственно из мишени, которая содержит атомы компонентов как частиц на основе серебра, так и частиц оксидного носителя. Катализатор на основе серебра содержит частицы серебра и/или оксида серебра, которые введены в и/или на частицы оксидного носителя.

Под введением подразумевается то, что серебро и/или оксид серебра составляют вторую фазу, которая присутствует в и/или на оксидной матрице из оксида второго металла (т.е. гомогенный или негомогенный композит). Например, серебро и/или оксид серебра могут быть диспергированы по всей матрице из оксида второго металла и/или диспергированы на открытой поверхности этого оксида.

В соответствии с предпочтительным вариантом реализации содержащие серебро частицы и частицы, содержащие оксид второго металла, получают одновременно и совместно осаждают с получением катализатора на основе серебра. Катализатор на основе серебра может быть осажден непосредственно на компонент сигареты или более предпочтительно катализатор на основе серебра может быть получен, собран, а после этого введен в компонент сигареты.

Предпочтительный способ получения нанесенных на носитель катализаторов на основе серебра представляет собой лазерное испарение/контролируемую конденсацию (ЛИКК). ЛИКК представляет собой абляционный процесс, в котором используется одна или более мишеней, которые содержат мате-

риал, вводимый в катализатор. В ходе этого абляционного процесса участок мишени поглощает падающую энергию от источника энергии (например, лазера). Падающая энергия может включать, например, энергию импульсного лазера. Поглощение энергии и последующее нагревание мишени вызывает абляцию материала мишени с поверхности мишени в шлейф атомных и ионных частицек (т.е. пара). Эти атомные и ионные частицы могут конденсироваться с получением частиц благодаря столкновениям в паровой фазе друг с другом и с инертным или реакционноспособным газом. Образующиеся частицы могут содержать наноразмерные частицы.

Необходимое количество энергии будет варьироваться в зависимости от технологических переменных, таких как температура исходного материала, давление атмосферы, окружающей исходный материал, и свойства этого материала, такие как термические и оптические свойства исходного материала. В результате лазерной абляции исходный материал постепенно удаляется с мишени вследствие физической эрозии. Мишень образована из удаляемого расходуемого материала (или покрыта им), т.е. материала мишени.

Исходным материалом может являться любой подходящий материал-предшественник, при этом предпочтительной формой являются твердый или порошкообразные материалы, состоящие из чистых материалов или смеси материалов. Такие материалы предпочтительно являются твердыми при комнатной температуре и/или не подвергаются химическому разложению, такому как окисление на воздухе. Предпочтительно исходный материал включает прессованную порошковую мишень.

Энергия лазерного излучения предпочтительно испаряет исходный материал непосредственно, не приводя к значительному переходу материала в жидкую фазу. Типы лазеров, которые можно использовать для генерирования энергии лазерного излучения, могут включать ионные лазеры, УФ-эксимерные лазеры, лазеры на иттрий-алюминиевом гранате с неодимом (Nd-YAG) и гелиево-неоновые (He-Ne) лазеры. Лазерным лучом можно сканировать по поверхности материала мишени для того, чтобы улучшить равномерность абляции мишени и улучшить однородность атомных частиц и наноразмерных частиц.

Способ сочетает в себе преимущества импульсного лазерного испарения и контролируемой конденсации в диффузационной камере Вильсона в строго заданных условиях по давлению и температуре. Обычно эта камера включает в себя две горизонтальные металлические пластины, разделенные изолирующей боковой стенкой. В способе может использоваться импульсное лазерное испарение по меньшей мере одной мишени с получением внутри камеры выбранной газовой смеси. Мишень размещают в камере, например, на нижней пластине, а камеру заполняют газом, таким как инертный газ или смесь инертного газа и реакционноспособного газа. Например, инертный газ может содержать гелий, аргон или их смеси, а реакционноспособный газ может содержать кислород. Предпочтительно между верхней и нижней пластинами выдерживают температурный градиент, который может создавать стационарный конвекционный поток, который можно увеличить в результате использования тяжелого газа, такого как аргон, и/или в результате использования в камере условий давления, превышающего атмосферное. Подробности в отношении подходящих камер можно найти в работе The Journal of Chemical Physics, Vol. 52, No. 9, May 1, 1970, pp. 4733-4748, описание которой включено сюда посредством ссылки.

Схематическая иллюстрация ЛИКК-камеры 2, подходящей для получения катализаторов на основе серебра, продемонстрирована на фиг. 1. Две круглые горизонтальные пластины из нержавеющей стали или алюминия, обозначаемые как верхняя холодная плита 4 и нижняя горячая плита 6, разделены стеклянной боковой стенкой 8 с наружным диаметром, равным примерно 6 дюймам. Объемную мишень 10 устанавливают на нижней пластине 6, и при этом она может содержаться в держателе. Реакционную камеру 2 соединяют с источником 12 подачи газа через впускное отверстие 14 для газа, расположенное на нижней пластине. Источник подачи газа отделен от камеры при помощи регулирующего клапана 16. Давление в камере и в газовых линиях отслеживают при помощи необязательных датчика давления и устройства 18 считывания Barocel, которые связаны с газовой линией. Камеру и газовую линию можно вакуумировать до базового давления в приблизительно 10^{-3} торр. Во время проведения каждого эксперимента камеру заполняют либо высокочистым (например, 99,99%) газом-носителем, таким как Не или Ar, или реакционноспособной смесью, которая содержит известную композицию реакционноспособного газа (например, O₂), введенного в газ-носитель. Например, используемые реакционноспособные смеси могут представлять собой кислород в гелии или кислород в аргоне. Перед каждым проведением осаждения камеры предпочтительно заполняют газом-носителем и вакуумируют несколько раз, что обеспечивает удаление из камеры любых остаточных примесей. Источник энергии может быть расположен вне камеры, так что пучок энергии поступает в камеру через стенку камеры. Испускаемые атомы взаимодействуют с газовой смесью в камере. Как диффузия, так и конвекция могут способствовать удалению небольших частиц из зоны зародышеобразования (при конденсации из паровой фазы) до того, как из них смогут вырасти более крупные частицы.

Пар можно создавать в камере, фокусируя на мишени выходном пучок лазера, такой как вторая гармоника Nd-YAG лазера с модулированием добротности (длина волны 532 нм; длительность импульса 10 нс). Обычно лазер работает при 30 Гц и выдает на мишень мощность 15-100 мДж/импульс.

Лазерное испарение дает высокоплотный пар в пределах очень короткого времени, обычно 10^{-8} с, в виде направленной струи, что делает возможным направленное осаждение. Во время превращения газа в

частицы происходят столкновения между частицами, испускаемыми с мишени, в соответствии с броуновским движением и в результате приводят к получению частиц материала мишени. Лазерное испарение можно проводить с нескольких различных мишеней одновременно или же с одной составной мишени, что в результате дает катализатор на основе серебра, предпочтительно содержащий серебро и/или оксид серебра, введенные в частицы (например, наноразмерные или более крупные частицы) оксида второго металла. Предпочтительно частицы оксида второго металла характеризуются средним размером частиц менее примерно 500 нм, более предпочтительно менее примерно 50 нм, наиболее предпочтительно менее примерно 10 нм.

Как упоминалось выше, внутри камеры может быть создан стационарный конвекционный поток. Стационарного конвекционного потока можно добиться двумя способами: либо верхнюю пластину 4 охлаждают, например, путем циркуляции внутри этой пластины жидкого азота, а нижнюю пластину 6 выдерживают при более высокой температуре (например, комнатной температуре), либо нижнюю пластину 6 нагревают, например, путем циркуляции внутри этой пластины теплоносителя или при помощи электрического нагревателя, а верхнюю пластину 4 выдерживают при более низкой температуре (например, комнатной температуре). Например, верхнюю пластину можно охлаждать до менее чем 150 К благодаря циркуляции жидкого азота в проточных каналах в верхней пластине. В любом случае верхнюю пластину выдерживают при температуре, значительно меньшей температуры нижней пластины, что делает верхнюю пластину пластиной конденсации или осаждения. Предпочтительно температурный градиент между верхней пластиной и нижней пластиной составляет по меньшей мере примерно 20°C, более предпочтительно по меньшей мере 50°C. Нихромовая проволока высокого сопротивления, обвитая вокруг стеклянной боковой стенки, может обеспечить нагревание стеклянной боковой стенки для уменьшения осаждения на этой боковой стенке и содействия созданию однородного температурного градиента между двумя пластинами. Температуры пластин отслеживаются при помощи термопар, прикрепленных к каждой пластине и соединенных параллельно с устройством считывания температуры.

Температура атмосферы в камере уменьшается по мере приближения к верхней пластине, что приводит к развитию максимального перенасыщения в верхней половине камеры. Чем выше будет перенасыщение, тем меньше будет размер зародыша, необходимого для конденсации. Изменение температурного градиента может увеличить перенасыщение в камере. Свою роль в диффузии частиц из зоны зародышеобразования до того, как из них смогут вырасти более крупные частицы, играет конвекция. Конвекцию внутри камеры можно улучшить путем увеличения температурного градиента или путем использования более тяжелого газа-носителя (например, аргона в сопоставлении с гелием). При получении катализатора на основе серебра образовавшийся пар можно охлаждать или конденсировать, подвергая паровую фазу столкновениям с инертным газом, реакционноспособным газом и/или холодной пластиной.

Если во время лазерной абляции плотность абляционных (т.е. полученных в результате абляции) частиц будет достаточно низкой, а их относительные скорости будут достаточно высокими, то частицы (например, атомы, кластеры и заряженные частицы) из материала мишени смогут перемещаться сквозь газ до тех пор, пока они не столкнутся с поверхностью холодной пластины или компонента сигареты, который располагается на холодной пластине, где они смогут коалесцировать. С другой стороны, если плотность абляционных частиц будет достаточно высокой, а их относительные скорости будут достаточно малы, то тогда частицы из мишени в газовой фазе смогут образовать агрегаты, которые затем смогут осаждаться на холодной пластине или осаждаться на компоненте сигареты, который располагается на холодной пластине.

Без желания связывать себя какой-либо теорией, можно сказать, что при давлении абляции, меньшем чем примерно 10^{-3} торр, средняя длина свободного пробега абляционных частичек будет достаточно большой, так что эти абляционные частички будут достигать холодной пластины, не подвергаясь множеству столкновений в газовой фазе. Таким образом, при пониженных давлениях в реакторе абляционный материал может осаждаться на поверхности холодной пластины и дифундировать и коалесцировать сам с собой с получением частиц после «приземления» на холодную пластину. При повышенных давлениях, таких как давления выше примерно 10^{-3} торр, частота столкновений в газовой фазе абляционных частичек будет достаточно высокой, и поэтому в газовой фазе может происходить зародышеобразование и рост абляционных частичек с образованием частиц до «приземления» на поверхность холодной пластины. Таким образом, при повышенных давлениях абляционный материал может уже в газовой фазе образовывать катализатор на основе серебра, который может осаждаться в виде дискретных частиц.

После типичного эксперимента температуру камеры доводят до комнатной, а образец собирают и хранят в атмосферных условиях. Путем регулирования температурного градиента, давления в камере и мощности лазера, которые можно использовать для задания численной плотности атомов, высвобожденных в паровую фазу (например, порядка 10^{14} атомов на импульс), можно управлять процессом конденсации и, следовательно, размером и составом катализатора на основе серебра.

Рабочее давление в камере составляет предпочтительно более примерно 10^{-3} торр, а более предпочтительно примерно 760 торр. Температурный градиент можно регулировать путем изменения температур верхней и/или нижней пластин камеры. Температура верхней пластины предпочтительно составляет между примерно -150 и 30°C. Температура нижней пластины предпочтительно составляет между примерно

20 и 150°C. Необходимо понимать, что несмотря на наличие у описанного выше аппарата ЛИКК верхней пластины, которая является охлажденной по отношению к нижней пластине, данная геометрическая конфигурация может быть и инвертирована (например, верхняя пластина может быть нагретой по отношению к нижней пластине).

Способ ЛИКК предпочтительно выполняют с использованием инертной окружающей среды в виде гелия и/или аргона при давлениях в камере, превышающих атмосферное давление, что уменьшает возможность атмосферного загрязнения во время синтеза. Однако, как указывалось выше, реакцию также можно проводить и при давлениях, меньше атмосферного давления.

Дополнительное преимущество способа заключается в возможности получения выбранных частиц металла и оксида металла в результате точного введения в реакционную камеру известных концентраций реакционноспособного (например, окисляющего) газа, такого как кислород. Введение в камеру реакционноспособных газов во время процесса осаждения позволяет объединять абляционный материала из мишени с такими газами с получением наноразмерных частиц оксида. Таким образом, при реакционной абляции камера содержит небольшую долю реакционноспособного газа, такого как воздух, кислород, водяной пар и т.п., который вступает в реакцию с атомами материала мишени с получением частиц, содержащих оксид металла. Мишень может состоять, по существу, из серебра или оксида серебра, благодаря чему могут быть получены частицы серебра или оксида серебра, или мишень может содержать серебро (например, серебро и/или оксид серебра) и второй металл. В результате использования мишени, содержащей серебро и второй металл, катализатор на основе серебра на носителе можно получить непосредственно. Вторым металлом может являться металл или оксид металла из одного или более металлов, выбираемых из группы, состоящей из Mg, Al, Si, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Y, Zr, Nb, Ce и Hf. Мишень, содержащая второй металл, предпочтительно содержит второй металл в виде оксида металла. Например, катализатор на основе оксида серебра-церия можно получать в результате реакционной абляции серебряно-цериевой мишени в камере, содержащей аргон и кислород. Предпочтительно катализатор на основе оксида серебра-церия содержит наноразмерные частицы, которые содержат серебро (например, Ag, AgO и/или Ag₂O), которые введены в наноразмерные частицы оксида церия (например, CeO_{2-x}).

В дополнение к реакционной абляции катализаторы на основе серебра можно получить посредством абляции из мишени, содержащей металлическое серебро и оксид церия. Например, катализатор на основе оксида серебра-церия можно получить путем абляции прессованной порошковой мишени из металлического серебра и оксида церия в камере, содержащей аргон.

Микроструктуру катализатора на основе серебра можно регулировать при использовании абляции. Плотность частиц, фазовое распределение и степень кристалличности и морфологию кристаллических фаз (в сопоставлении с аморфными) можно регулировать за счет изменения, например, давления, энергии лазерного излучения и температуры холодной пластины. Состав катализатора на основе серебра, в том числе отношение серебра и/или оксида серебра к оксиду второго металла, можно регулировать путем регулирования состава мишени.

Выгодным образом абляция делает возможным одновременные образование и осаждение катализаторов на основе серебра в сухих стерильных условиях в отсутствие растворителя. В соответствии с одним вариантом реализации катализаторы на основе серебра можно использовать для обеспечения катализа и/или окисления при превращенииmonoоксида углерода в диоксид углерода в главной струе дыма сигареты.

Один вариант реализации относится к способу изготовления сигареты, включающему стадии (i) введения катализатора на основе серебра по меньшей мере в один компонент из начиночного скрошенного табака, сигаретной бумаги и материала сигаретного фильтра; (ii) подачи начиночного скрошенного табака в сигаретную машину с формированием табачного жгута; (iii) размещения сигаретной бумаги вокруг табачного жгута с формированием табачного штранга сигареты и (iv) необязательного прикрепления сигаретного фильтра, содержащего материал сигаретного фильтра, к табачному штрангу с использованием ободковой бумаги.

В результате введения катализатора на основе серебра в начиночный скрошенный табак, сигаретную бумагу и/или материал сигаретного фильтра сигареты этот катализатор на основе серебра может обеспечить уменьшение количества monoоксида углерода в главной струе дыма во время курения благодаря катализу и/или окислению при превращении monoоксида углерода в диоксид углерода. Катализатор на основе серебра также может уменьшить совокупное количество дисперсного вещества (например, смол), вдыхаемого через сигарету во время курения.

Предпочтительно катализаторы на основе серебра вводят в начиночный скрошенный табак, сигаретную бумагу и/или материал сигаретного фильтра в количестве, эффективном для уменьшения отношения в главной струе дыма monoоксида углерода к диоксиду углерода по меньшей мере на 5% (например, по меньшей мере на 15, 20, 25, 30, 35, 40 или 45%). Предпочтительно катализатор присутствует в количестве, эффективном для превращения по меньшей мере 5% monoоксида углерода в диоксид углерода при температуре менее примерно 210°C или менее примерно 100°C.

«Курение» сигареты обозначает нагревание или сгорание сигареты с образованием дыма, который может быть втянут через сигарету. Обычно курение сигареты включает зажигание одного конца сигаре-

ты и в то время, как содержащийся в ней табак подвергается реакции сгорания, вдыхание сигаретного дыма через мундштук сигареты. Сигарету также можно прикурить с помощью и других средств. Например, сигарету можно прикурить в результате нагревания сигареты и/или нагревания с использованием электрического нагревательного средства, как это описывается в принадлежащих заявителю патентах США №№ 6053176; 5934289; 5591368 или 5322075.

Термин «главная струя» дыма относится к смеси газов, проходящей через табачный штранг и исходящей через конец с фильтром, т.е. количеству дыма, исходящего или вдыхаемого из мундштука сигареты во время курения сигареты.

В дополнение к ингредиентам табака на образование и реакцию монооксида углерода и диоксида углерода могут оказывать влияние температура и концентрация кислорода. Совокупное количество монооксида углерода, образующегося во время курения, возникает из сочетания трех основных источников: термическое разложение (примерно 30%), сгорание (примерно 36%) и восстановление диоксида углерода обуглившимся табаком (по меньшей мере 23%). Образование монооксида углерода в результате термического разложения, которое в основном определяется химической кинетикой, начинается при температуре примерно 180°C и заканчивается при примерно 1050°C. Образование монооксида углерода и диоксида углерода во время сгорания в основном определяется диффузией кислорода к поверхности (k_a) и реакцией на поверхности (k_b). При 250°C k_a и k_b являются примерно одинаковыми. При 400°C реакция становится лимитирующей диффузией. Наконец, восстановление диоксида углерода обуглившимся табаком или растительным углем происходит при температурах около 390°C и более.

Во время курения в сигарете существуют три различные области: зона сгорания, зона пиролиза/перегонки и зона конденсации/фильтрации. Без желания связывать себя какой-либо теорией можно сказать, что катализаторы на основе серебра могут быть нацелены на различные реакции, которые проходят в различных областях сигареты во время курения.

Во-первых, зона сгорания представляет собой зону горения сигареты, получаемую во время курения сигареты, обычно на зажженном конце сигареты. Температура в зоне сгорания находится в диапазоне от примерно 700 до примерно 950°C, а скорость нагревания может доходить вплоть до 500°C/c. Поскольку при сгорании табака с получением монооксида углерода, диоксида углерода, водяного пара и различных органических соединений расходуется кислород, концентрация кислорода в зоне сгорания невелика. Низкие концентрации кислорода в сочетании с высокой температурой приводят к восстановлению диоксида углерода в монооксид углерода под действием обуглившегося табака. В данной области катализаторы на основе серебра могут превращать монооксид углерода в диоксид углерода по механизму окисления. Зона сгорания является высокоэкзотермической, и полученное тепло переносится в зону пиролиза/перегонки.

Зона пиролиза представляет собой область, расположенную после зоны сгорания, и в ней температуры находятся в диапазоне от примерно 200 до примерно 600°C. Зона пиролиза представляет собой то место, где производится основная часть монооксида углерода. Главной реакцией является пиролиз (т.е. термическое разложение) табака, который приводит к получению монооксида углерода, диоксида углерода, компонентов дыма и угля при использовании тепла, полученного в зоне сгорания. В данной области присутствует некоторое количество кислорода, и, таким образом, катализаторы на основе серебра могут катализировать окисление монооксида углерода в диоксид углерода. В зоне пиролиза катализаторы на основе серебра также могут непосредственно обеспечивать окисление при превращении CO в CO₂.

В зоне конденсации/фильтрации температура находится в диапазоне от температуры окружающей среды до примерно 150°C. Главным процессом в данной зоне является конденсация/фильтрации компонентов дыма. Некоторое количество монооксида углерода и диоксида углерода диффундирует из сигареты, и некоторое количество кислорода диффундирует в сигарету. Парциальное давление кислорода в зоне конденсации/фильтрации обычно не достигает атмосферного уровня. В зоне конденсации/фильтрации катализаторы на основе серебра могут катализировать и/или обеспечивать окисление при превращении монооксида углерода в диоксид углерода.

Используемый здесь катализатор способен оказывать влияние на скорость химической реакции, например, катализатор может увеличить скорость окисления монооксида углерода в диоксид углерода, не принимая участия в реакции в качестве реагента или продукта реакции. Окислитель способен окислять реагент, например, служа донором кислорода реагенту, при этом сам окислитель восстанавливается. Восстановитель способен восстанавливать реагент, например, принимая кислород от реагента, при этом сам восстановитель окисляется.

В соответствии с предпочтительным способом катализаторы на основе серебра вводят в начиночный скрошенный табак, сигаретную бумагу и/или материал сигаретного фильтра, используемые для формирования сигареты. Катализаторы на основе серебра предпочтительно характеризуются средним размером частиц менее примерно 100 нм, предпочтительнее менее примерно 50 нм, более предпочтительно менее примерно 10 нм.

Оксид церия (CeO_{2-x}) (x>0) является предпочтительным носителем в таком катализаторе на основе серебра, поскольку оксид церия может действовать в качестве и носителя при синергизме с серебром и/или оксидом серебра, и активного катализатора окисления на основе оксида металла. Равновесие меж-

ду Ce^{3+} и Ce^{4+} в результате может привести к получению исключительно высокой емкости по хранению и высвобождению кислорода, что сделает возможным каталитическое сгорание CO при подаче кислорода непосредственно к каталитически активным центрам. Кроме того, CeO_{2-x} менее подвержен дезактивации под действием водяного пара и более стоек к спеканию, чем другие оксиды, такие как Al_2O_3 .

Описанные выше катализаторы на основе серебра могут быть предусмотрены непрерывно по длине табачного штранга или в дискретных местах по длине табачного штранга. Кроме того, катализаторы на основе серебра могут быть распределены по длине табачного штранга однородно или неоднородно. Катализаторы на основе серебра могут быть добавлены к материалу начиночного скрошенного табака, подаваемому в сигаретную машину, или введены непосредственно в табачный штранг перед обрачиванием сигаретной бумаги вокруг сигаретного штранга. Катализаторы на основе серебра могут быть осаждены непосредственно на и/или введены в сигаретную бумагу до или после того, как сигаретная бумага введена в сигарету.

Катализаторы на основе серебра предпочтительно будут распределены по всему табачному штрангу, материалу сигаретного фильтра и/или по длине участков сигаретной бумаги в сигарете. В результате обеспечения наличия катализаторов на основе серебра по всему одному или нескольким компонентам сигареты можно уменьшить количество монооксида углерода, выдыхаемого через сигарету.

Количество катализаторов на основе серебра можно выбирать таким, чтобы количество монооксида углерода в главной струе дыма во время курения сигареты было бы уменьшено.

Предпочтительно количество катализаторов на основе серебра будет представлять собой каталитически эффективное количество, например количество, достаточное для обеспечения катализа и/или окисления по меньшей мере 10% монооксида углерода в главной струе дыма, более предпочтительно по меньшей мере 25%.

Один вариант реализации предусматривает способ получения катализаторов на основе серебра и затем осаждения этих катализаторов на основе серебра на начиночном скрошенном табаке и/или введения их в него при формировании сигареты. Для скрошенного табака можно использовать любую подходящую табачную мешку. Примеры подходящих типов табачных материалов включают табак трубоогневой сушки, табаки Burley, Maryland или Oriental, редкие или специальные сорта табака и их мешки. Материал табака может быть предусмотрен в виде листьев табака, переработанных табачных материалов, таких как табак с увеличенным объемом или взорванный табак, переработанная табачная жилка, такая как резаная и катаная или резаная и взорванная жилка, материалы восстановленного табака или их мешки. Табак также может содержать и заменители табака.

При производстве сигарет табак обычно используют в виде скрошенного табака, т.е. в виде полосок или волокон, порезанных на ширину в диапазоне от примерно 1/10 до примерно 1/20 дюйма или даже 1/40 дюйма. Длины волокон находятся в диапазоне от примерно 0,25 до примерно 3,0 дюймов. Сигареты, кроме того, могут содержать один или более ароматизаторов или других добавок (например, улучшающие горение добавки, модифицирующие сгорание добавки, красители, связующие и т.п.), известных в уровне техники.

Если катализаторы на основе серебра будут находиться в элементе-фильтре сигареты, то тогда фильтр может представлять собой одинарный фильтр, двойной фильтр, тройной фильтр, вентилируемый фильтр, фильтр с осадкой или струйный фильтр. Катализаторы на основе серебра могут быть введены в одну или несколько частей фильтра, выбираемых из группы, состоящей из бумажной формованной прокладки, набивки, полости между набивками, бумаги сигаретного фильтра, набивной обертки, гильзы из ацетатной целлюлозы, полипропиленовой гильзы и гильзы для свободного тока струи.

Дополнительный вариант реализации предусматривает способ изготовления сигареты, содержащей катализаторы на основе серебра. Технологии изготовления сигарет в уровне техники известны. Для введения катализаторов может быть использована любая обычная или модифицированная технология изготовления сигарет. Получаемые в результате сигареты можно изготавливать в соответствии с любыми известными спецификациями с использованием стандартных или модифицированных технологий и оборудования для изготовления сигарет. Композицию скрошенного табака необязательно объединять с другими добавками к сигарете и подают в сигаретную машину для получения табачного жгута, который после этого обрачивают сигаретной бумагой и к концу которого необязательно прикрепляют фильтр.

Длина сигарет может находиться в диапазоне от примерно 50 до примерно 120 мм. В общем случае обычная сигарета имеет длину примерно 70 мм, сигарета "King Size" имеет длину примерно 85 мм, сигарета "Super King Size" имеет длину примерно 100 мм, а сигарета "Long" обычно имеет длину примерно 120 мм. Длина окружности находится в диапазоне от примерно 15 до примерно 30 мм, а предпочтительно около 25 мм. Плотность набивки табака обычно находится в диапазоне от примерно 100 до примерно 300 mg/cm^3 , а предпочтительно от 150 до примерно 275 mg/cm^3 .

Катализаторы на основе серебра подвергали анализу с использованием рентгено-дифракционного анализа (РДА) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Дифрактограммы при РДА-анализе получали с использованием прибора Philips X'Pert Materials Research Diffractometer, который использует излучение $\text{Cu K}_{\alpha 1}$. Размер и форму агломератов и индивидуальных частиц исследовали при использовании сканирующего электронного микроскопа JEOL Model 35-C.

Имеющиеся в продаже порошки серебра приобретали в компании Argonide Corporation (г. Сэнфорд, шт. Флорида, США). Непосредственно после получения, как было показано методами СЭМ и РДА, порошки содержали обладавшие размерами 10-40 мкм агломераты наноразмерных частиц металлического серебра. Размер индивидуальных частиц составлял приблизительно 100 нм.

Активность имеющегося в продаже катализатора на основе серебра оценивали с использованием проточного реактора с насадочным слоем непрерывного действия. Иллюстрация реактора 60 с насадочным слоем, размещенного в программируемой трубчатой печи 62, продемонстрирована на фиг. 2. Для отслеживания температуры катализатора на основе серебра и печи 62 используют соответственно термопары 64 и 66. Для оценки способности катализатора на основе серебра уменьшать концентрациюmonoоксида углерода примерно 25 мг этого катализатора на основе серебра опыливали на кварцевую вату 68 и размещали в середине реактора. Для предотвращения попадания дисперсного материала в газоанализатор 70, который располагают на находящейся ниже по потоку стороне 65 реактора, можно воспользоваться фильтрующей прокладкой 69. Подаваемую на вход смесь 61 газообразных реагентов вводят на находящейся выше по потоку стороне 63 реактора и пропускают через катализатор на основе серебра и сквозь реактор при расходе примерно 1 л/мин. После достижения стационарного потока газа температуру печи увеличивают со скоростью нагревания примерно 15°C/мин, и газ, который проходит через катализатор на основе серебра и выходит на находящейся ниже по потоку стороне реактора, анализируют с использованием многокомпонентного газоанализатора NLT2000 70, который измеряет концентрацию CO, CO₂ и O₂ в этом газе.

Для данного конкретного испытываемого образца проводили несколько экспериментов испытания. Для проведения более одного эксперимента испытания образец размещают в реакторе, описанном выше, и концентрацию CO, CO₂ и O₂ измеряют в зависимости от температуры до тех пор, пока не будет наблюдаться достижения максимального превращения CO в CO₂. После этого образец охлаждают до комнатной температуры и измерение повторяют в последующем цикле нагревания. Первый цикл нагревания обозначают как эксперимент A, а второй и третий циклы нагревания обозначают как эксперимент B, эксперимент C и так далее. Эксперименты повторяли до тех пор, пока два последовательных эксперимента не демонстрировали подобных «пусковых» температур (температура, при которой 5% CO превращаются в CO₂).

Данные по превращению монооксида углерода для имеющихся в продаже частиц серебра продемонстрированы на фиг. 3. Использовали подаваемую на вход газовую смесь, содержащую 3,5% CO и 21% O₂ (остальное - аргон). Данные демонстрируют, что температура, при которой 5% монооксида углерода превращаются в диоксид углерода (T₅), равна приблизительно 80°C для каждого из последовательных экспериментов A-C. Температуру, при которой 5% монооксида углерода превращаются в диоксид углерода, называют пусковой температурой.

Активность имеющихся в продаже частиц серебра также оценивали в результате введения данного катализатора на основе серебра в сделанные вручную сигареты, которые, в свою очередь, выкуривали с использованием стандартной курительной установки. В сравнении с контрольной сигаретой, которая не содержала катализатора на основе серебра, равномерное добавление 160 и 400 мг частиц серебра в начиночный скрошенный табак подвергаемых испытанию сигарет приводило к уменьшению концентрации монооксида углерода в главной струе дыма, протягиваемой через подвергаемую испытанию сигарету, соответственно на 30 и 44%.

Катализаторы на основе серебра можно получать в результате осаждения соли серебра с образованием содержащих серебро частиц. Например, частицы оксида серебра получали добавлением 0,1-нормального раствора гидроксида натрия к водному раствору нитрата серебра. Свежеосажденный продукт промывали дистиллированной водой, высушивали при 90°C в вакуумном сушильном шкафу и подвергали испытанию в описанном выше проточном трубчатом реакторе.

Первоначально свежеосажденные частицы оксида серебра подвергали испытаниям при температуре окружающей среды (например, в отсутствие внешнего нагревания с использованием печи). Обращаясь к фиг. 4, при использовании подаваемой на вход газовой смеси с 3% CO - 21% O₂ (остальное - аргон) 120 мг частиц оксида серебра обеспечивали достижение максимум 33%-го превращения CO при комнатной температуре. При подводе внешнего тепла каталитическая активность увеличивалась и достигала 100%-го превращения CO при температуре катализатора примерно 290°C.

Рентгено-дифракционный анализ свежеосажденных частиц оксида серебра продемонстрировал наличие отражений, согласующихся с присутствием наноразмерных частиц оксида серебра (Ag₂O). После нагревания частиц при пропускании через эти частицы газовой смеси CO/O₂/Ar пики, выявляемые при рентгено-дифракционном анализе, соответствуют металлическому серебру, характеризующемуся средним размером частиц, большим, чем у свежеосажденного оксида серебра. Таким образом, во время испытания с CO оксид серебра восстанавливается (например, отдает кислород), что позволяет оксиду серебра действовать в качестве окислителя при превращении CO в CO₂.

Свежеосажденные частицы оксида серебра могут превращать монооксид углерода в диоксид углерода в отсутствие внешнего источника кислорода, например, в обедненной кислородом зоне подвергающейся курению смеси. Как показано на фиг. 5, свежеосажденные частицы оксида серебра подвергали

испытанию при комнатной температуре с использованием потока газа, содержащего 6% CO (остальное - аргон). Образец, содержащий 200 мг частиц, обеспечивал достижение максимум 66%-го превращения CO. Оксид серебра может представлять собой источник кислорода для непосредственного окисления CO в CO₂. Поскольку восстановление оксида серебра до металлического серебра представляет собой экзотермическую реакцию, температура образца во время испытания с CO увеличивается в то время, как оксид серебра расходуется (т.е. восстанавливается до металлического серебра).

Увеличение температуры катализатора в случае осажденных частиц оксида серебра во время испытания с CO можно применять для инициирования каталитической активности других катализаторов, в особенности тех, которые характеризуются пусковой температурой, превышающей комнатную температуру.

Данные по испытанию с монооксидом углерода для смеси частиц, содержащей свежеосажденные частицы оксида серебра и имеющиеся в продаже частицы серебра, показаны на фиг. 6. Образец, который содержал 80 мг Ag₂O и 40 мг имеющегося в продаже серебра, подвергали испытанию при температуре окружающей среды с использованием подаваемой на вход газовой смеси с 3% CO и 21% O₂ (остальное - аргон). Смешанные частицы обеспечивали достижение 100%-го превращения CO без внешнего нагревания и оставались активными в течение периода времени более 5 ч.

Для стабилизации активности катализатора и диспергирования активных веществ может быть использован носитель катализатора. Нанесенные на носитель катализаторы на основе серебра можно получать в результате перемешивания свежеосажденных частиц оксида серебра с частицами оксида второго металла. Катализаторы на основе серебра предпочтительно содержат от примерно 1 до 70 мас.% частиц серебра и/или оксида серебра, нанесенных на наноразмерные или микроразмерные частицы оксидного носителя. Данные по испытаниям с монооксидом углерода для катализатора на основе серебра из 40 мас.% оксида серебра/60 мас.% оксида церия показаны на фиг. 7. Средний размер частиц оксида церия составляет примерно 1 мкм. При использовании подаваемой на вход газовой смеси с 3% CO и 21% O₂ (остальное - аргон) примерно 150 мг образца обеспечивали достижение максимум 90%-го превращения CO в CO₂ без внешнего нагревания в печи. Несмотря на то, что степень превращения CO в CO₂ без внешнего нагревания материала катализатора с течением времени уменьшалась, в случае наличия внешнего нагревания материала катализатора каталитическая активность возвращалась. Когда температура образца благодаря внешнему нагреванию увеличивалась до примерно 110°C, было достигнуто более чем 90%-ное превращение CO в CO₂. Улучшенная активность смеси по сравнению со свежеосажденным продуктом может быть обусловлена диспергированием активных веществ (например, серебра) в смеси.

Обращаясь к табл. I, в ней показаны максимальное превращение CO, достигаемое без нагревания печи, и температура образца, при которой достигали 90%-го превращения, для имеющих различные составы катализаторов на основе серебра на носителе из оксида церия.

Таблица I

Данные по максимальному превращению CO и T₉₀ для катализатора на основе серебра на носителе

Состав (мас.% Ag ₂ O), остальное CeO ₂	Максимальное превращение CO (%) без нагревания в печи	Температура в печи для 90%-го превращения CO (°C)
10	27	390
20	38	160
30	50	110
40	90	110

Активность катализаторов на основе серебра на носителе из оксида церия также оценивали при введении катализаторов в сделанные вручную сигареты. В сравнении с контрольной сигаретой, которая не содержала катализатора на основе серебра, добавление 400 мг образцов, содержащих 20 и 40 мас.% свежеосажденного оксида серебра на носителе из оксида церия, обеспечивало в результате, соответственно, примерно 42%-ное и 45%-ное уменьшение концентрации монооксида углерода, выдыхаемого через подвергаемую испытанию сигарету. В дополнение к уменьшению концентрации CO, в случае испытания в экспериментальной сигарете катализатор на основе серебра также уменьшал концентрацию совокупного дисперсного вещества, выдыхаемого через подвергаемую испытанию сигарету, примерно на 35% по сравнению с контрольной сигаретой.

Катализаторы на основе серебра необязательно могут содержать один или более других оксидных носителей. Вместо оксида церия оксидный носитель может содержать, например, оксид титана. 400 мг образца, содержащего 40 мас.% свежеосажденного оксида серебра на носителе из оксида титана, приводили в результате к примерно 42%-ному уменьшению концентрации монооксида углерода, выдыхаемого через подвергаемую испытанию сигарету.

Как обсуждалось выше, серебро на металлооксидном носителе можно получить путем осаждения при испарении. В предпочтительном варианте реализации для получения катализаторов на основе серебра на носителе может быть использован способ ЛИКК при использовании прессованных порошковых мишеней. Использовали мишени, содержащие 5 или 10 мас.% серебра в оксиде церия. Состав катализатора на основе серебра, полученного посредством ЛИКК, определяют здесь как состав мишени, из которой его получают. Полученные способом ЛИКК катализаторы на основе серебра содержат серебро и/или оксид серебра, введенные в и/или на наноразмерные частицы оксида церия.

Каталитическую активность полученных способом ЛИКК катализаторов на основе серебра испытывали с использованием аппарата с трубчатой печью, описанного на фиг. 2. Использовали поток газа с 3% CO-21% O₂ (остальное - аргон). Как показано на фиг. 8, для 25 мг образца катализатора на основе серебра, содержащего 10 мас.% серебра/90 мас.% оксида церия, в последовательных экспериментах (A-D) пусковая температура уменьшается от примерно 195 до примерно 80°C и в четвертом эксперименте при примерно 100°C достигается почти 100%-ное превращение CO. 20 мг образца катализатора на основе серебра, содержащего 5 мас.% серебра/95 мас.% оксида церия, позволяли добиваться подобных результатов, как показано на фиг. 9.

Катализатор можно подвергнуть тепловой обработке для изменения свойств катализатора. Например, для увеличения каталитической активности катализатора на основе серебра можно воспользоваться нагреванием (т.е. прокаливанием) катализатора на основе серебра перед его введением в и/или на по меньшей мере один компонент из начиночного скрошенного табака, сигаретной бумаги и материала сигаретного фильтра. Предпочтительно в случае прокаливания перед введением в компонент сигареты катализаторы на основе серебра нагревают в окисляющей атмосфере, хотя прокаливание также можно проводить и в восстановливающей и/или инертной атмосфере.

Влияние тепловой обработки на полученные способом ЛИКК катализаторы на основе серебра на носителе из оксида церия обобщено в табл. II. Данные демонстрируют пусковую температуру в первом эксперименте (T₅) и температуру в первом эксперименте для 95%-го превращения CO (T₉₅) для образцов, подвергнутых предварительной тепловой обработке в газовой смеси с 20% O₂ (остальное - аргон). Для сравнения показаны данные по превращению монооксида углерода для катализаторов на основе серебра, подвергнутых испытанию без первоначального прокаливания образцов. Пусковая температура и температура 95%-го превращения CO в ходе последовательных экспериментов уменьшались. Например, в четвертом эксперименте пусковая температура для катализаторов из 5 мас.% и 10 мас.% Ag-CeO₂, которые не подвергали тепловой обработке перед проведением измерений, уменьшалась до 90 и 80°C соответственно. Температуры 95%-го превращения в четвертом эксперименте для данных образцов составляли примерно 160 и 100°C соответственно.

Таблица II
Влияние прокаливания на каталитическую активность катализаторов на основе серебра

Образец	Тепловая обработка перед измерениями	T ₅ (°C)	T ₉₅ (°C)
5% Ag-CeO ₂	Нет	210	250
10% Ag-CeO ₂	Нет	170	195
5% Ag-CeO ₂	300°C, 45 мин	90	160
5% Ag-CeO ₂	300°C, 120 мин	80	100
10% Ag-CeO ₂	300°C, 120 мин	75	110
5% Ag-CeO ₂	400°C, 120 мин	100	145

Как показано в табл. II, предварительная тепловая обработка полученных способом ЛИКК катализаторов на основе серебра значительно уменьшает пусковые температуры, например, пусковые температуры могут уменьшиться по меньшей мере на 50, 100°C или более. Катализатор на основе серебра на носителе из CeO₂ способствует окислению CO при повышенных температурах.

Долговременную каталитическую активность измеряли при использовании полученного способом ЛИКК катализатора на основе серебра, содержащего 5 мас.% серебра-оксид церия, опыленного на кварцевую вату и расположенного в описанном выше реакторе. Перед размещением в печи образец прокаливали при 300°C в 20% O₂ (остальное - аргон) в течение 120 мин. Во время эксперимента печь выдерживали при температуре 125°C. В течение периода испытания продолжительностью в 4 ч катализатор сохранял эффективность превращения, превышающую 95%.

Катализаторы на основе серебра могут быть использованы в самых разнообразных сферах применения. Например, такой катализатор может быть введен в реактор конверсии углеводородов в количестве, эффективном для конверсии углеводородов. Катализатор может быть введен в систему выбросов отработавших газов транспортных средств в количестве, эффективном для окисления монооксида углерода в диоксид углерода. Катализатор также может быть использован для уменьшения выбросов при холодном запуске автомобильного двигателя в количестве, эффективном для окисления монооксида углерода в

диоксид углерода. В еще одном варианте реализации катализатор может быть введен в лазер в количестве, эффективном для окисленияmonoоксида углерода в диоксид углерода. В еще одном варианте реализации катализатор может быть введен в топливный элемент в количестве, эффективном для окисления monoоксида углерода в диоксид углерода. А в еще одном варианте реализации катализатор может быть использован в воздушном фильтре для превращения monoоксида углерода и/или летучих органических соединений внутри помещения.

Несмотря на то, что изобретение было описано со ссылкой на предпочтительные варианты реализации, необходимо понимать то, что можно будет прибегать и к вариациям и модификациям, которые будут очевидными для специалистов в соответствующей области техники. Такие вариации и модификации необходимо рассматривать как попадающие в сферу и объем изобретения, охарактеризованного в прилагаемой к этому описанию формуле изобретения.

Все вышеупомянутые ссылки во всей своей полноте включены в настоящий документ посредством ссылки в той же самой степени, как если бы каждая индивидуальная ссылка была бы конкретно и индивидуально указана как включенная во всей своей полноте в настоящий документ посредством ссылки.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Компонент сигареты, содержащий дисперсный катализатор превращения monoоксида углерода в диоксид углерода, причем этот катализатор содержит агломераты наноразмерных серебросодержащих частиц, находящиеся в и/или на носителе в виде частиц оксида второго металла, причем этот второй металл отличается от серебра, при этом агломераты обладают средним размером от примерно 1 до 50 мкм, и при этом компонент выбран из группы, состоящей из начиночного скрошенного табака, сигаретной бумаги и материала сигаретного фильтра.

2. Компонент по п.1, в котором агломераты состоят, по существу, из наноразмерных частиц серебра и/или оксида серебра.

3. Компонент по п.1, в котором серебросодержащие частицы обладают средним размером частиц менее примерно 100 нм или менее примерно 50 нм.

4. Компонент по п.1, в котором частицы носителя обладают средним размером частиц менее примерно 500 нм.

5. Компонент по п.1, в котором второй металл выбран из группы, состоящей из Mg, Al, Si, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Y, Zr, Nb, Ce, Hf и их смесей.

6. Компонент по п.1, в котором оксид второго металла является, по меньшей мере частично, нестехиометрическим оксидом.

7. Компонент по п.1, в котором катализатор содержит от примерно 1 до 70 мас.% или от примерно 5 до 20 мас.% серебра и/или оксида серебра.

8. Компонент по п.1, в котором катализатор состоит, по существу, из агломератов наноразмерных частиц серебра и/или оксида серебра, находящихся в и/или на носителе из оксида церия.

9. Компонент по п.1, в котором катализатор способен действовать и как окислитель при превращении monoоксида углерода в диоксид углерода, и как катализатор превращения monoоксида углерода в диоксид углерода.

10. Сигарета, содержащая табачный штранг, сигаретную бумагу и необязательный фильтр, при этом по меньшей мере один компонент из табачного штранга, сигаретной бумаги и необязательного фильтра содержит компонент по любому из пп.1-9.

11. Сигарета по п.10, в которой катализатор присутствует в количестве, эффективном для превращения по меньшей мере 5% monoоксида углерода в главной струе вдыхаемого через сигарету дыма в диоксид углерода при температуре менее примерно 210°C.

12. Сигарета по п.10, в которой катализатор присутствует в количестве, эффективном для уменьшения концентрации CO и/или уменьшения концентрации совокупного дисперсного вещества, вдыхаемого через сигарету во время курения.

13. Способ изготовления сигареты, включающий стадии:

а) введения катализатора на основе серебра по меньшей мере в один компонент из начиночного скрошенного табака, сигаретной бумаги и материала сигаретного фильтра, при этом катализатор на основе серебра содержит агломераты наноразмерных серебросодержащих частиц, находящиеся в и/или на носителе в виде частиц оксида второго металла, причем этот второй металл отличается от серебра, при этом агломераты обладают средним размером от примерно 1 до 50 мкм;

б) подачи начиночного скрошенного табака в сигаретную машину с формированием табачного жгута;

с) размещения сигаретной бумаги вокруг табачного жгута с формированием табачного штранга сигареты; и

д) необязательного прикрепления сигаретного фильтра, содержащего материал сигаретного фильтра, к табачному штрангу с использованием ободковой бумаги.

14. Способ по п.13, в котором введение включает распыление, опыливание или погружение.

15. Способ по п.13, дополнительно включающий смещивание частиц серебра и/или оксида серебра с частицами оксида второго металла с получением катализатора на основе серебра, причем частицы серебра и/или оксида серебра вводят в и/или на частицы оксида второго металла.

16. Способ по п.13, дополнительно включающий получение катализатора на основе серебра посредством осаждения или термического разложения соли серебра.

17. Способ по п.16, в котором солью является нитрат серебра.

18. Способ по п.16, дополнительно включающий:

а) объединение упомянутой соли с растворителем с получением раствора-предшественника серебра;

б) объединение раствора-предшественника серебра с коллоидным раствором оксида второго металла с получением смеси, причем этот второй металл отличается от серебра;

с) нагревание смеси до температуры, достаточной для термического разложения соли серебра, с получением наноразмерных частиц серебра и/или оксида серебра, причем эти наноразмерные частицы вводят в и/или на оксид второго металла; и

д) высушивание смеси с получением катализатора.

19. Способ по п.18, дополнительно включающий нагревание катализатора при температуре по меньшей мере 200°C перед введением катализатора в и/или на по меньшей мере один компонент из начиночного скрошенного табака, сигаретной бумаги и материала сигаретного фильтра.

20. Способ по п.19, в котором катализатор нагревают в атмосфере, которая окисляет серебро, с получением катализатора, состоящего, по существу, из оксида серебра, находящегося в и/или на носителе из оксида второго металла.

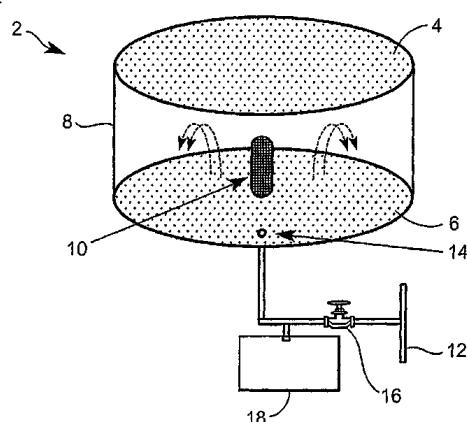
21. Способ по п.13, дополнительно включающий получение катализатора посредством лазерного испарения и контролируемой конденсации материала мишени.

22. Способ по п.21, в котором материал мишени содержит серебро и второй металл, отличный от серебра.

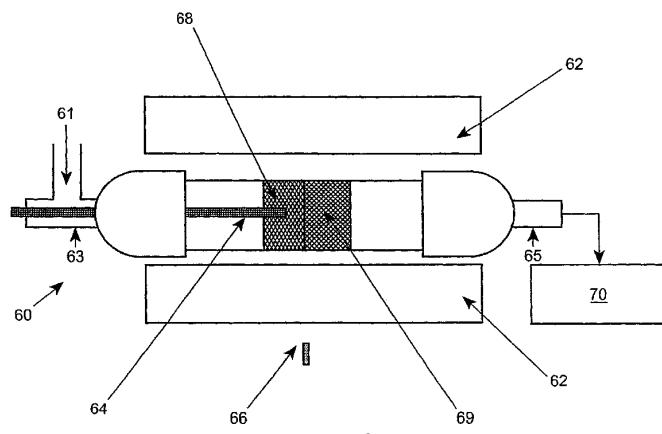
23. Способ по п.21, в котором катализатор содержит наноразмерные частицы серебра и/или оксида серебра, находящиеся в и/или на носителе в виде наноразмерных частиц оксида второго металла.

24. Способ по п.22, в котором наноразмерные частицы серебра и/или оксида серебра и наноразмерные частицы оксида второго металла конденсируются в газовой фазе с получением катализатора.

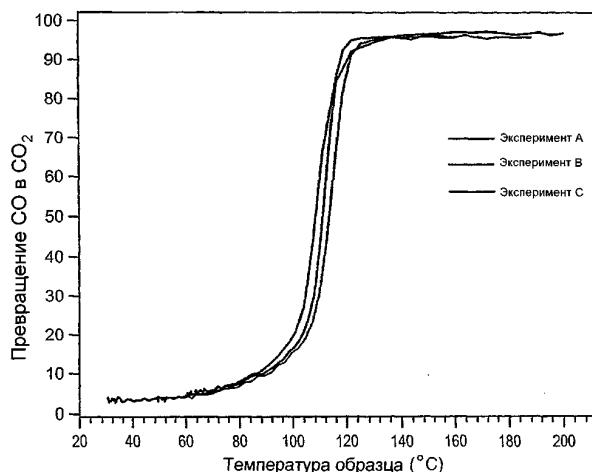
25. Способ по п.21, дополнительно включающий нагревание катализатора при температуре по меньшей мере 200°C в атмосфере, которая окисляет серебро, перед введением катализатора в и/или на упомянутый по меньшей мере один компонент из начиночного скрошенного табака, сигаретной бумаги и материала сигаретного фильтра.



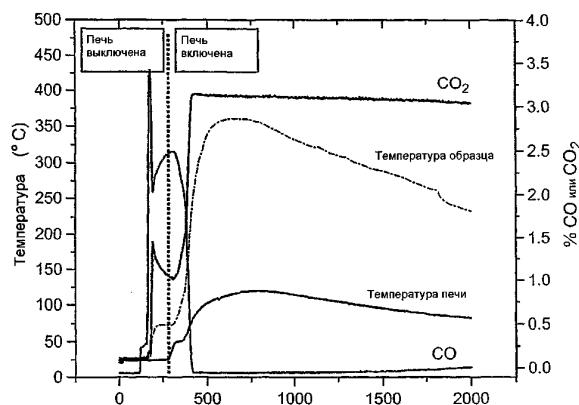
Фиг. 1



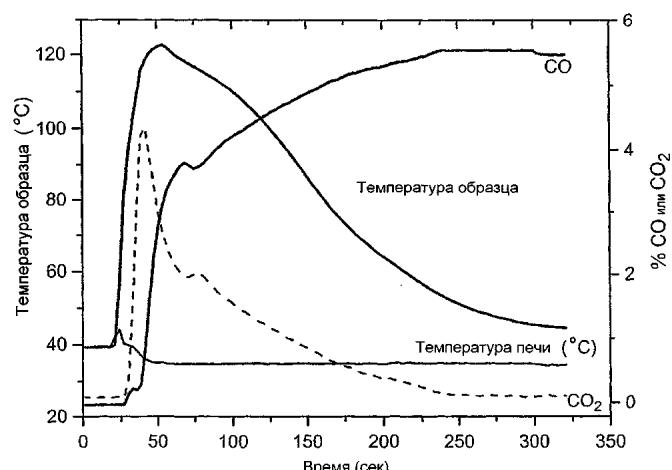
ФИГ. 2



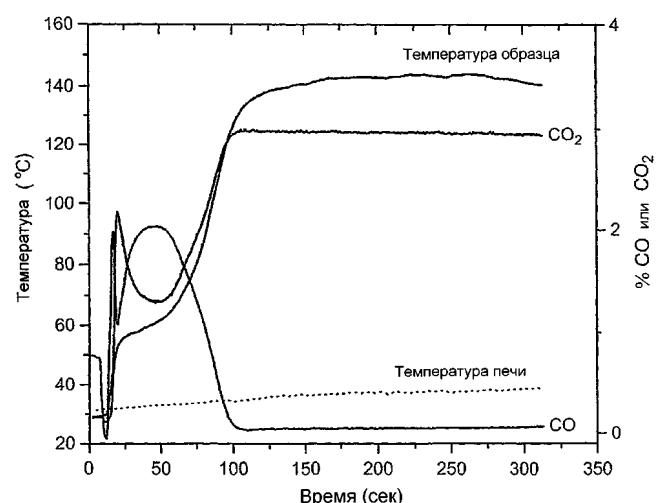
ФИГ. 3



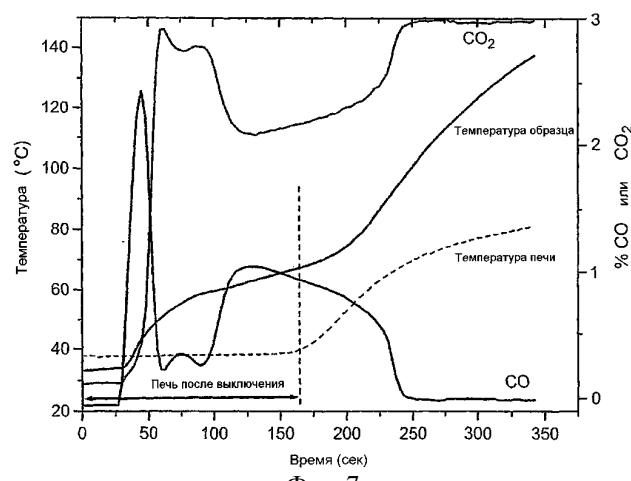
ФИГ. 4



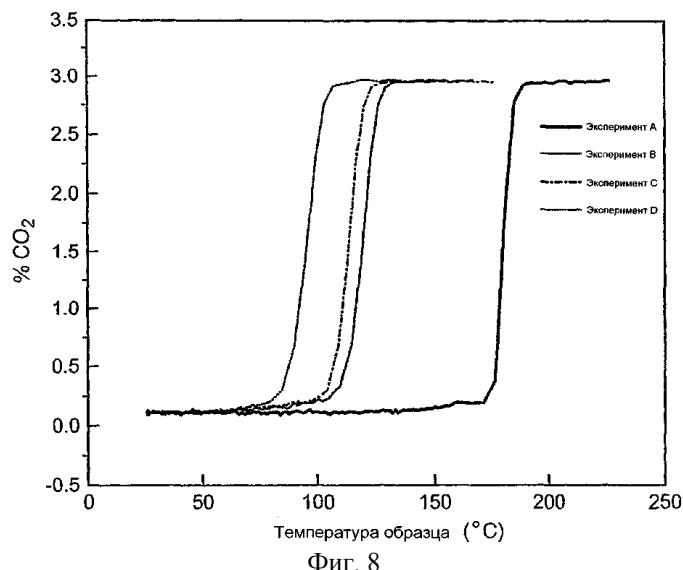
ФИГ. 5



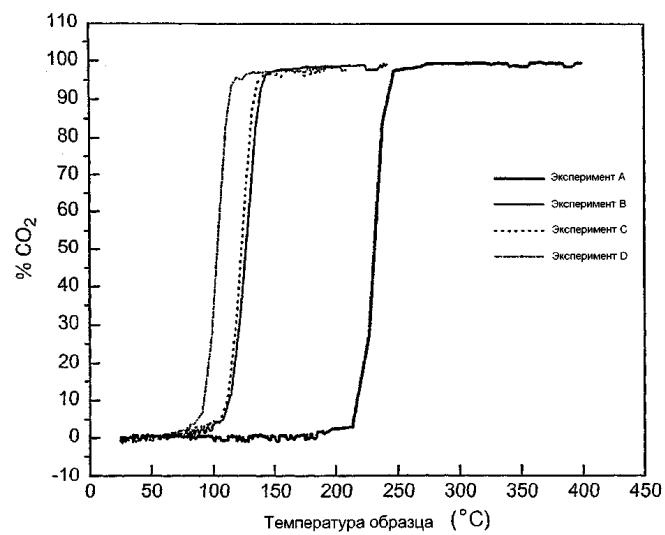
ФИГ. 6



ФИГ. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

