

Вироби для куріння, наприклад, сигарети або сигари, дають як головний струмінь диму при затягуванні, так і бічний струмінь диму при статичному горінні. Одним із компонентів диму як головного, так і бічного струменю є монооксид вуглецю (CO). Бажаним є зменшення вмісту монооксиду вуглецю в димі.

Пропонуються композиції різаного тютюну, сигаретний папір, матеріал фільтра для сигарет, сигарети та способи виготовлення сигарет із застосуванням каталізаторів на основі срібла. Каталізatori на основі срібла, які відповідно до варіанта, якому віддається перевага, здатні діяти як окиснювачі, а також як каталізatori для конверсії монооксиду вуглецю у діоксид вуглецю, можуть зменшити кількість монооксиду вуглецю та/або загальний вміст твердих частинок в головному струмені диму сигарети під час куріння.

Каталізатор на основі срібла містить частинки срібла та/або оксиду срібла, які знаходяться всередині та/або на поверхні частинок носія з оксиду другого металу. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, частинки срібла та/або оксиду срібла є частинками нанометрового розміру. Наприклад, відповідно до одного з варіантів здійснення винаходу, якому віддається перевага, нанометрові частинки срібла нанесені на відкриту поверхню частинок оксиду другого металу. Частинки носія можуть містити частинки нанометрового розміру та/або частинки мікронного розміру. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, оксид другого металу є нестехіометричним оксидом. Прикладами других металів є магній, алюміній, кремній, титан, ванадій, хром, марганець, залізо, ітрій, цирконій, ніобій, церій, гафній та їх суміші. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, каталізatori, які містять частинки срібла та/або оксиду срібла на оксидному носії, містять від приблизно 1% (мас.) до 70% (мас.), відповідно до варіанта, якому віддається більша перевага, від приблизно 5% (мас.) до 20% (мас.) срібла та/або оксиду срібла. Відповідно до одного з варіантів здійснення винаходу, частинки срібла та/або оксиду срібла мають середній розмір менше ніж приблизно 100 нм, відповідно до варіанта, якому віддається більша перевага, менше ніж приблизно 50 нм. Каталізатор може містити агрегати нанометрових частинок срібла та/або оксиду срібла, при цьому такі агрегати можуть мати середній розмір від приблизно 1 мкм до 50 мкм.

Спосіб виготовлення сигарети, яка містить каталізатор на основі срібла, включає стадії (i) введення каталізатора на основі срібла принаймні в один із таких матеріалів: різаний тютюн, сигаретний папір та матеріал фільтра для сигарет; (ii) подавання різаного тютюну у сигаретну машину для формування тютюнового стовпчика; (iii) обгортання тютюнового стовпчика сигаретним папером для одержання тютюнового прутка сигарети; та (iv) факультативного приєднання до тютюнового прутка сигаретного фільтра, що містить фільтрувальний матеріал, і застосуванням обідкового паперу. Каталізатор можна вводити в один або кілька компонентів сигарети шляхом розбризкування, розпилення або занурення.

Відповідно до способу, якому віддається перевага, каталізатор, що складається, головним чином, із частинок срібла та/або оксиду срібла, нанесених на носій, вводять у компонент сигарети. Згідно з іншим способом, каталізатор, введений у компонент сигарети, містить частинки срібла та/або оксиду срібла, змішані з оксидним носієм.

Частинки срібла та/або срібловмісні частинки (наприклад, частинки оксиду срібла) на носії можна одержати шляхом осадження або термічного розкладу солі срібла, такої як нітрат срібла. Згідно з іншим способом, каталізатор на основі срібла можна одержати шляхом змішування розчину солі срібла з колоїдною суспензією оксиду другого металу з подальшим нагріванням суміші для забезпечення розкладу солі срібла з утворенням частинок срібла та/або оксиду срібла, введених всередину та/або на поверхню частинок оксиду другого металу. Серед других металів перевага віддається церію, який може утворювати нестехіометричні оксидні частинки основи.

Згідно з іншим способом, каталізатор на основі срібла можна одержати шляхом лазерного випарювання та керованої конденсації матеріалу мішені у регульованій атмосфері, причому матеріал мішені містить срібло та другий метал, інший, ніж срібло. При абляції відповідної мішені під впливом енергії лазера можуть утворюватися нанометрові частинки срібла та/або оксиду срібла та частинки оксиду другого металу, які конденсуються у газовій фазі, утворюючи каталізатор на основі срібла.

Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, перед введенням каталізатора на основі срібла у та/або на принаймні один із таких матеріалів: різаний тютюн, сигаретний папір та матеріал фільтра для сигарет, каталізатор нагрівають до температури не нижче 200°C в атмосфері, яка містить кисневмісний газ, із метою одержання срібла для утворення каталізатора на основі срібла, який складається, головним чином, з оксиду срібла, в та/або на носії з оксиду другого металу.

Каталізатор на основі срібла можна застосовувати також для зниження концентрації монооксиду вуглецю у вихлопних газах автомашин, газах, що застосовуються у лазерах, газах, що застосовуються у паливних елементах, та/або в оточуючому повітрі, яке піддають фільтруванню.

На Фіг. 1 схематично показано пристрій для синтезу каталізаторів на основі срібла шляхом лазерного випарювання та керованої конденсації.

На Фіг. 2 схематично показано кварцовий проточний трубчастий реактор.

На Фіг. 3 показано конверсію CO у CO₂ для каталізатора на основі срібла, що містить частинки срібла.

На Фіг. 4 показано конверсію CO у CO₂ для каталізатора на основі срібла, що містить свіжоосаджені частинки оксиду срібла.

На Фіг. 5 показано конверсію CO у CO₂ для каталізатора на основі срібла, що містить свіжоосаджені частинки оксиду срібла.

На Фіг. 6 показано конверсію CO у CO₂ для каталізатора на основі срібла, що містить суміш частинок срібла зі свіжоосадженими частинками оксиду срібла.

На Фіг. 7 показано конверсію CO у CO₂ для каталізатора на основі срібла, який містить частинки оксиду срібла на носії з оксиду церію.

На Фіг. 8 показано конверсію CO у CO₂ для каталізатора на основі срібла, який містить частинки оксиду срібла на носії з оксиду церію, одержаному шляхом лазерного випарювання та керованої конденсації.

На Фіг. 9 показано конверсію CO у CO₂ для каталізатора на основі срібла, який містить частинки оксиду срібла на носії з оксиду церію, одержаному шляхом лазерного випарювання та керованої конденсації.

Каталізатори на основі срібла можна ввести у компонент сигарети, наприклад, у різаний тютюн, сигаретний папір та/або у матеріал фільтра для сигарет. Каталізатори на основі срібла можуть відігравати роль каталізаторів та/або окиснювачів при конверсії монооксиду вуглецю в діоксид вуглецю. Зокрема, каталізатори на основі срібла є корисними для окиснення монооксиду вуглецю при низьких температурах або температурах, близьких до температури навколишнього середовища. Шляхом введення каталізаторів на основі срібла у компонент сигарети можна зменшити кількість монооксиду вуглецю в головному струмені диму. Каталізатори на основі срібла містять частинки срібла та/або оксиду срібла на частинках носія з оксиду другого металу, причому другий метал є відмінним від срібла.

Відповідно до одного варіанта здійснення винаходу, каталізатори на основі срібла можна виготовити шляхом осадження срібла та/або оксиду срібла з водного розчину солі срібла. Осаджений продукт можна поєднувати з носієм, наприклад, із частинками оксиду другого металу (тобто металу, відмінного від срібла). Прикладами оксидних носіїв є оксид церію, оксид титану та/або оксид алюмінію. Осаджений продукт можна змішувати з частинками носія, одержуючи каталізатор на основі срібла, який містить частинки срібла та/або оксиду срібла, нанесені на частинки основи.

Відповідно до іншого варіанта здійснення винаходу, каталізатор на основі срібла на носії можна одержати шляхом змішування розчину солі срібла з колоїдною суспензією оксиду другого металу з подальшим термічним розкладанням солі срібла у регульованій атмосфері для одержання каталізатора на основі срібла, який містить частинки срібла та/або оксиду срібла, введені всередину та/або на поверхню частинок оксиду другого металу.

Відповідно до ще одного варіанта здійснення винаходу, срібловмісні частинки нанометрового розміру (наприклад, частинки срібла або оксиду срібла) можна одержати шляхом лазерного випарювання та керованої конденсації зі срібловмісної мішені. При лазерному випарюванні з керованою конденсацією вихідний матеріал (наприклад, мішень) піддають дії енергії лазера з утворенням пари, яку потім конденсують, одержуючи каталізатор на основі срібла. Крім того, використовуючи лазерне випарювання з керованою конденсацією, можна одержувати каталізатор на основі срібла безпосередньо з мішені, яка містить атоми як частинок на основі срібла, так і частинок оксидного носія. В такому разі каталізатор на основі срібла містить частинки срібла та/або оксиду срібла, "введені всередину та/або на поверхню частинок оксиду другого металу.

Термін «введені» означає, що срібло та/або оксид срібла складає другу фазу, яка знаходиться всередині та/або на поверхні оксидної матриці, що складається з оксиду другого металу (тобто утворюється гомогенний або негомогенний композит). Наприклад, срібло та/або оксид срібла може бути диспергованим у матриці оксиду другого металу та/або диспергованим на відкритій поверхні такого оксиду.

Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, срібловмісні частинки та частинки, що містять оксид другого металу, утворюються одночасно та осаджуються спільно, утворюючи каталізатор на основі срібла. Каталізатор на основі срібла можна осаджувати безпосередньо на компонент сигарети або, відповідно до варіанта, якому віддається більша перевага, каталізатор на основі срібла можна одержувати, збирати, а потім вводити у компонент сигарети.

Способом одержання каталізаторів на основі срібла на носії, якому віддається перевага, є лазерне випарювання з керованою конденсацією (LVCC). LVCC - це абляційний процес із використанням однієї або кількох мішеней, що містять матеріал, який потрібно ввести в каталізатор. В абляційному процесі певна ділянка мішені поглинає падаючу на неї енергію від джерела енергії, наприклад, лазера. Падаюча енергія може включати, наприклад, енергію імпульсного лазера. Поглинання енергії та спричинене ним нагрівання мішені викликає винесення матеріалу мішені з її поверхні у шлейф речовин в атомному або іонному стані (тобто у пару). Речовини, що перебувають в атомному або іонному стані, можуть конденсуватися у частинки внаслідок зіткнення одна з одною або з інертним чи реакційноздатним газом. Частинки, що утворюються при цьому, можуть включати нанометрові частинки.

Кількість потрібної енергії варіює залежно від змінних характеристик процесу, наприклад, від температури вихідного матеріалу, тиску атмосфери, що оточує вихідний матеріал, та властивостей матеріалу, наприклад, від теплових та оптичних характеристик вихідного матеріалу. При лазерній абляції вихідний матеріал поступово видаляється з мішені внаслідок фізичної ерозії. Мішень виготовляється з матеріалу, що витрачається, тобто з матеріалу мішені, або покривають таким матеріалом.

Вихідним матеріалом може бути будь-який придатний матеріал-попередник, при цьому перевага віддається твердим або порошкоподібним матеріалам, які складаються із чистих матеріалів або сумішей матеріалів. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, такі матеріали є твердими при кімнатній температурі та/або не схильні до хімічного пошкодження, наприклад, до окиснення у повітрі. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, вихідний матеріал містить пресований порошковий матеріал мішені.

Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, енергія лазера випарює вихідний матеріал безпосередньо, без перетворення значних кількостей матеріалу у рідку фазу. До типів лазерів, які можна застосовувати для одержання лазерної енергії, належать іонні лазери, УФ-ексимерні лазери, лазери на основі неодиму та ітрій-алюмінієвого гранату (Nd:YAG) та гелієво-неонові лазери. Лазерний промінь можна переміщувати поверхню матеріалу мішені з метою більш рівномірної абляції мішені та покращення однорідності частинок нанометрового та атомного розмірів.

Спосіб поєднує переваги імпульсного лазерного випарювання з керованою конденсацією у дифузійній камері у точно визначених умовах тиску та температури. У типових випадках згадана камера включає дві горизонтальні металеві пластини, відокремлені одна від одної ізолювальною бічною стінкою. При здійсненні способу можна використовувати імпульсне лазерне випарювання щонайменше однієї мішені у газову суміш добраного складу, створену у камері. Мішень вміщують у камеру, наприклад, на нижню пластину, і заповнюють камеру газом, наприклад, інертним газом або сумішшю інертного газу з реакційноздатним газом. Наприклад, інертний газ може містити гелій, аргон або їх суміші, а реакційноздатний газ може містити кисень. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, між верхньою та нижньою пластинами підтримують температурний градієнт, який може забезпечувати постійний конвекційний потік, який можна посилити шляхом

використання важкого газу, наприклад, аргону, та/або встановлення в камері тиску вище атмосферного. Детальний опис відповідних камер можна знайти у публікації з Journal of Chemical Physics, Vol. 52, No. 9, May 1, 1970, pp. 4733-4748, вміст якої включено до цього опису шляхом посилання.

Схематичне зображення камери 2 для LVCC, придатної для одержання каталізаторів на основі срібла, наведено на Фіг. 1. Дві горизонтальні пластини круглої форми, виконані з нержавіючої сталі або алюмінію, позначені як верхня холодна пластина 4 та нижня гаряча пластина 6, відокремлені одна від одної скляною бічною стінкою 8 із зовнішнім діаметром приблизно 6 дюймів (150 мм). На нижній пластині 6 встановлено об'ємну мішень 10, яка може міститися у тримачі. Реакційна камера 2 з'єднана із джерелом газу 12 через вхідний отвір 14 для газу, розташований на нижній пластині. Джерело газу відділене від камери регулювальним клапаном 16. Тиск у камері та газових лініях контролюється факультативним датчиком тиску 18 Вагосей та індикатором, які з'єднані у газову лінію. Камеру та газову лінію можна вакуумувати до базового тиску приблизно 10^{-3} мм рт.ст. (0,13 Па). При кожному експерименті камеру заповнюють або газом-носієм високої чистоти (наприклад, 99,99%), таким як He або Ar, або реакційною сумішшю, яка містить реакційноздатний газ відомого складу (наприклад, O_2), введений у газ-носії. Застосовуваними реакційними сумішами можуть бути, наприклад, кисень у гелії або кисень в аргоні. Перед кожною операцією осадження доцільно кілька разів наповнювати камеру газом-носієм та вакуумувати для забезпечення видалення з камери будь-яких залишкових забруднень. Джерело енергії може бути розміщено ззовні камери так, щоб промінь енергії надходив у камеру через стінку камери. Вибиті атоми реагують із газовою сумішшю в камері. Як дифузія, так і конвекція сприяють виведенню дрібних частинок із зони їх зародження (після конденсації з парової фази) до того, як вони зростуть до більших частинок.

Пару у камері можна створити шляхом фокусування на мішені вихідного променя лазера, наприклад, другої гармоніки Nd-YAG лазера з модельованою добротністю (довжина хвилі 532 нм, тривалість імпульсу 10 нс). Як правило, лазер працює на частоті імпульсів 30 Гц та постачає на мішень потужність 15-100 мДж/імпульс.

При лазерному випарюванні утворюється пара високої густини за дуже короткий проміжок часу, у типових випадках 10^{-8} с, у формі спрямованого струменя, який уможливорює спрямоване осадження. Зіткнення між частинками, викинутими з мішені, у процесі конверсії газу в частинки відбуваються за законами броунівського руху і спричиняють утворення частинок матеріалу мішені. Можливим є одночасне лазерне випарювання кількох різних мішеней або однієї комбінованої мішені з утворенням каталізатора на основі срібла, який відповідно до варіанта, якому віддається перевага, містить срібло та/або оксид срібла, включені у частинки (наприклад, нанометрового або більшого розміру) оксиду другого металу. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, частинки оксиду другого металу мають середній розмір менше ніж приблизно 500 нм, відповідно до варіанта, якому віддається більша перевага, менше ніж приблизно 50 нм, відповідно до варіанта, якому віддається найбільша перевага, менше ніж приблизно 10 нм.

Як вказано вище, у камері можна створювати сталий конвекційний потік. Сталий конвекційний потік можна забезпечити двома способами: або охолодженням верхньої пластини 4, наприклад, за допомогою циркулюючого рідкого азоту всередині пластини з підтриманням нижньої пластини 6 при вищій температурі (наприклад, при кімнатній температурі), або нагріванням нижньої пластини 6 за допомогою циркулюючої нагрівальної рідини всередині пластини або за допомогою електронагрівного пристрою та підтриманням верхньої пластини 4 при нижчій температурі (наприклад, при кімнатній температурі). Наприклад, верхню пластину можна охолоджувати до температури нижче 150 К шляхом циркуляції рідкого азоту через канали для рідин, виконані у верхній пластині. В кожному разі температуру верхньої пластини підтримують на значно нижчому рівні у порівнянні з температурою нижньої пластини, що перетворює верхню пластину у місце конденсації або осадження. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, різниця температури між верхньою та нижньою пластинами становить щонайменше 20°C, відповідно до варіанта, якому віддається більша перевага, щонайменше 50°C. Скляну бічну стінку можна нагрівати за допомогою ніхромового нагрівального дроту, намотаного навкруги цієї стінки, з метою послаблення осадження на бічній стінці та забезпечення рівномірного температурного градієнта між двома пластинами. Температуру пластин контролюють за допомогою термопар, встановлених на кожній пластині та паралельно приєднаних до індикатора температури.

Температура атмосфери в камері знижується в міру наближення до верхньої пластини, внаслідок чого у верхній половині камери забезпечується максимальне пересичення. Що вищим є ступінь пересичення, то меншим є розмір зародків, необхідний для конденсації. Змінюючи градієнт температури, можна посилити пересичення в камері. Конвекція відіграє певну роль у дифузійному русі частинок із зони зародкоутворення раніше від їх розростання до більшого розміру. Конвекцію в камері можна посилити шляхом збільшення температурного градієнта або шляхом застосування важкого газу-носія (наприклад, аргону замість гелію). При одержанні каталізаторів на основі срібла одержану пару можна охолодити або конденсувати шляхом піддання парової фази зіткненню з інертним газом, реакційноздатним газом та/або з холодною пластиною.

При лазерній абляції, якщо густина вибитих частинок є досить низькою, а їхні відносні швидкості є досить високими, ці частинки (наприклад, атоми, кластери та заряджені частинки) з матеріалу мішені можуть рухатися через газ до зіткнення з поверхнею холодної пластини або з компонентом сигарети, вміщеним на холодній пластині, де може відбуватися зрощування частинок. З іншого боку, якщо густина вибитих частинок є досить високою, а їхні відносні швидкості є досить низькими, то частинки матеріалу мішені можуть утворювати у газовій фазі агрегати, які потім можуть осаджуватися на поверхні холодної пластини або на компоненті сигарети, вміщеному на холодній пластині.

Не бажаючи обмежуватися теорією зазначимо, що при тиску абляції нижче приблизно 10^{-3} мм рт.ст. (0,13 Па) середній вільний пробіг вибитих частинок є досить довгим, щоб ці частинки досягали холодної пластини без численних зіткнень із молекулами газової фази. Таким чином, при нижчих значеннях тиску в реакторі вибитий з мішені матеріал може осаджуватися на поверхні холодної пластини, і його найдрібніші частинки після такого осадження можуть дифундувати та з'єднуватися між собою, утворюючи більші частинки. При

вищих значеннях тиску, наприклад, понад приблизно 10^{-3} мм рт.ст. (0,13 Па), частота зіткнень вибитого матеріалу у газовій фазі значно збільшується, і зародкоутворення та ріст дрібних частинок вибитого з мішені матеріалу з утворенням більших частинок може відбуватися у газовій фазі до осадження на поверхню холодної пластини. Таким чином, при вищих значеннях тиску вибитий з мішені матеріал може утворювати у газовій фазі каталізатор на основі срібла, котрий може осаджуватися у формі окремих частинок.

Після типової операції доводять температуру камери до кімнатної, зразок одержаного каталізатора збирають і зберігають у нормальних умовах. Регулюючи градієнт температури, тиск у камері та потужність лазера, яка може бути використана для визначення числової густини атомів, вивільнюваних у газову фазу (наприклад, порядку 10^{14} атомів на один імпульс), можна керувати процесом конденсації та, отже, розміром та складом частинок каталізатора на основі срібла.

Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, робочий тиск у камері становить вище ніж приблизно 10^{-3} мм рт.ст. (0,13 Па), відповідно до варіанта, якому віддається більша перевага, приблизно 760 мм рт.ст. (101,3 кПа) Температурний градієнт можна регулювати, змінюючи температуру верхньої та/або нижньої пластини камери. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, температура верхньої пластини становить від приблизно -150°C до 30°C . Температура нижньої пластини лежить у межах від приблизно 20°C до 150°C . Слід мати на увазі, що, хоча в описаному вище пристрої для LVCC верхня пластина охолоджена відносно нижньої пластини, така геометрія може бути оберненою (наприклад, верхня пластина може бути нагрітою відносно нижньої пластини).

Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, спосіб LVCC здійснюють в інертному середовищі гелію та/або аргону при тиску в камері вище атмосферного, що знижує ймовірність забруднення середовища у процесі синтезу. Проте, як вказано вище, реакцію можна проводити також при тиску нижче атмосферного.

Додатковою перевагою способу за цим винаходом є можливість одержання одібраних частинок металу та оксиду металу шляхом точного введення відомих концентрацій реакційноздатного (наприклад, окиснювального) газу, наприклад, кисню, у реакційну камеру. Введення реакційноздатних газів у камеру під час процесу осадження уможливорює реагування вибитого з мішені матеріалу з такими газами з утворенням оксидних частинок нанометрового розміру. Таким чином, при реакційній абляції камера містить незначну частку реакційноздатного газу, наприклад, повітря, кисню, водяної пари тощо, який реагує з атомами матеріалу мішені з утворенням частинок, які містять оксид металу. Мішень може складатися, головним чином, зі срібла або оксиду срібла, причому можна одержувати частинки срібла або оксиду срібла, або ж мішень може містити срібло (наприклад, срібло та/або оксид срібла) та другий метал. Використовуючи мішень, що містить срібло та другий метал, можна безпосередньо одержувати каталізатор на основі срібла на носії. Другим металом може бути метал або оксид одного або кількох металів, вибраних з групи, яку складають Mg, Al, Si, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Y, Zr, Nb, Ce та Hf. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, мішень, що містить другий метал, містить його у формі оксиду металу. Наприклад, срібно-церієвий оксидний каталізатор можна одержати шляхом реакційної абляції срібно-церієвої мішені у камері, яка містить аргон та кисень. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, срібно-церієвий оксидний каталізатор містить частинки нанометрового розміру, які містять срібло (наприклад, Ag, AgO та/або Ag_2O), включені у нанометрові частинки оксиду церію (наприклад, CeO_{2-x}).

Окрім реакційної абляції, каталізатори на основі срібла можна одержати шляхом абляції мішені, яка містить металічне срібло та оксид церію. Наприклад, срібний каталізатор на оксиді церію можна одержати шляхом абляції пресованої порошкової мішені, яка містить металічне срібло та оксид церію, у камері з аргонном.

Мікроструктуру каталізатора на основі срібла можна регулювати за допомогою абляції. Густину частинок, фазовий розподіл та відносний вміст та морфологію кристалічної та аморфної фаз можна регулювати шляхом варіювання, наприклад, тиску, енергії лазера та температури холодної пластини. Склад каталізатора на основі срібла, в тому числі значення відношення срібла та/або оксиду срібла до оксиду другого металу, можна регулювати шляхом варіювання складу мішені.

Перевагою абляційного способу є те, що він уможливорює сухе, без застосування розчинників, одночасне утворення та осадження каталізаторів на основі срібла у стерильних умовах. Відповідно до одного з варіантів здійснення винаходу, каталізатори на основі срібла можна застосовувати для каталізу та/або окиснення конверсії монооксиду вуглецю у діоксид вуглецю в головному струмені диму сигарети.

Один із варіантів винаходу стосується способу виготовлення сигарети, який включає стадії (i) введення каталізатора на основі срібла принаймні в один із таких матеріалів: різаний тютюн, сигаретний папір та матеріал фільтра для сигарет; (ii) подавання різаного тютюну у сигаретну машину для формування тютюнового стовпчика; (iii) обгортання тютюнового стовпчика сигаретним папером для одержання тютюнового прутка сигарети; та (iv) факультативного приєднання до тютюнового прутка сигаретного фільтра, що містить фільтрувальний матеріал, із застосуванням обідкового паперу.

При введенні каталізатора на основі срібла у різаний тютюн, сигаретний папір та/або матеріал фільтра для сигарет каталізатор на основі срібла уможливорює зменшення кількості монооксиду вуглецю в головному струмені диму під час куріння внаслідок каталізу та/або окиснення монооксиду вуглецю у діоксид вуглецю. Каталізатор на основі срібла уможливорює також зменшення загальної кількості твердих частинок (наприклад, смоли), що просмоктується через сигарету під час куріння.

Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, каталізатори на основі срібла вводять у різаний тютюн, сигаретний папір та/або у матеріал фільтра для сигарет у кількості, яка забезпечує зменшення відношення вмісту монооксиду вуглецю до діоксиду вуглецю в головному струмені диму щонайменше на 5% (наприклад, щонайменше на 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40% або 45%). Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, каталізатор присутній у сигареті в кількості, яка забезпечує конверсію щонайменше 5% монооксиду вуглецю у діоксид вуглецю при температурі нижче ніж приблизно 210°C або нижче ніж приблизно 100°C .

«Куріння» сигарети означає нагрівання або спалювання сигарети з утворенням диму, який можна

просмоктувати через сигарету. Як правило, куріння сигарети включає запалювання одного кінця сигарети та просмоктування сигаретного диму через кінець сигарети, що вставляється в рот курця, в той час як тютюн, що міститься у сигареті, вступає в реакцію спалювання. Сигарету можна курити також іншими способами. Наприклад, сигарету можна курити шляхом нагрівання сигарети та/або нагрівання із застосуванням електричних пристроїв, як описано у патентах США № 6,053,176; № 5,934,289; № 5,591,368 або № 5,322,075, що знаходяться в загальному користуванні.

Термін «головний струмінь» диму стосується суміші газів, що проходять через тютюновий пруток та виходять через фільтрувальний кінець, тобто кількість диму, який виходить або просмоктується через кінець сигарети, що вставляється в рот, під час куріння сигарети.

На утворення та реакції монооксиду вуглецю та діоксиду вуглецю впливають, окрім компонентів тютюну, температура та концентрація кисню. Загальна кількість монооксиду вуглецю, що утворюється при курінні, надходить з комбінації трьох основних джерел: термічного розкладу (приблизно 30%), згоряння (приблизно 36%) та відновлення діоксиду вуглецю обвугленим тютюном (щонайменше 23%). Утворення монооксиду вуглецю внаслідок термічного розкладу, яке значною мірою визначається хімічною кінетикою, починається при температурі приблизно 180°C і закінчується приблизно при 1050°C. Утворення монооксиду та діоксиду вуглецю при згорянні визначається значною мірою характеристиками дифузії кисню до поверхні (k_a) та реакції на поверхні (k_b). При 250°C k_a та k_b приблизно однакові. При 400°C реакція контролюється дифузією. Зрештою, відновлення діоксиду вуглецю обвугленим тютюном або активним вугіллям відбувається при температурах приблизно 390°C та вище.

При курінні у сигареті існують три різних зони: зона згоряння, зона піролізу/дистиляції і зона конденсації/фільтрації. Не бажаючи обмежуватися теорією, зазначимо, що вважається, що каталізatori на основі срібла можуть цільовим чином впливати на різноманітні реакції, які протікають у різних зонах сигарети при курінні.

Першою зоною — зоною згоряння є зона горіння сигарети, яка утворюється при курінні сигарети, звичайно поблизу запаленого кінця сигарети. Температура у зоні згоряння лежить у межах від приблизно 700°C до приблизно 950°C, а швидкість нагрівання може досягати 500°C/с. Оскільки при горінні тютюну кисень витрачається на утворення монооксиду вуглецю, діоксиду вуглецю, водяної пари та різноманітних органічних сполук, то концентрація кисню у зоні згоряння є низькою. Низькі концентрації кисню у поєднанні з високою температурою спричиняють відновлення діоксиду вуглецю обвугленим тютюном до монооксиду вуглецю. У цій зоні каталізatori на основі срібла можуть забезпечувати конверсію монооксиду вуглецю у діоксид вуглецю за окиснювальним механізмом. Зона згоряння є сильно екзотермічною, і тепло, що вивільнюється у цій зоні, переноситься у зону піролізу/дистиляції.

Зоною піролізу є зона, що знаходиться за зоною згоряння, де температура варіює від приблизно 200°C до приблизно 600°C. Саме у зоні піролізу утворюється найбільша кількість монооксиду вуглецю. Основною реакцією є піроліз (тобто термічний розклад) тютюну, при якому утворюються монооксид вуглецю, діоксид вуглецю, компоненти диму та рослинне вугілля з використанням тепла, що вивільнюється у зоні згоряння. У цій зоні присутня певна кількість кисню, і, отже, каталізatori на основі срібла можуть каталізувати окиснення монооксиду вуглецю до діоксиду вуглецю. У зоні піролізу каталізatori на основі срібла можуть також безпосередньо окиснювати CO до CO₂.

У зоні конденсації/фільтрації температура варіює від температури навколишнього середовища до приблизно 150°C. Основним процесом у цій зоні є конденсація/фільтрація компонентів диму. Певні кількості монооксиду вуглецю та діоксиду вуглецю виходять із сигарети під впливом дифузії; також внаслідок дифузії у сигарету надходить певна кількість кисню. Як правило, парціальний тиск кисню у зоні конденсації/фільтрації не відновлюється до атмосферного рівня. У зоні конденсації/фільтрації каталізatori на основі срібла можуть забезпечувати каталіз та/або окиснення монооксиду вуглецю до діоксиду вуглецю.

Стосовно до цього опису, каталізатор здатний впливати на швидкість хімічної реакції, наприклад, каталізатор може збільшувати швидкість окиснення монооксиду вуглецю до діоксиду вуглецю, не беручи у ній участь як реагент або продукт реакції. Окиснювач здатний окиснювати певний реагент, наприклад, шляхом передачі кисню цьому реагенту, при цьому сам окиснювач відновлюється. Відновлювач здатний відновлювати певний реагент, наприклад, шляхом віднімання кисню від цього реагента, при цьому сам відновлювач окиснюється.

Відповідно до способу, якому віддається перевага, каталізatori на основі срібла вводяться у різаний тютюн, сигаретний папір та/або у матеріал фільтра для сигарет, які використовуються для виготовлення сигарети. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, каталізatori на основі срібла мають середній розмір частинок менше ніж приблизно 100 нм, відповідно до варіанта, якому віддається перевага, менше ніж 50 нм, відповідно до варіанта, якому віддається більша перевага, менше ніж приблизно 10 нм.

Серед носіїв для каталізаторів на основі срібла перевага віддається оксиду церію CeO_{2-x} (x>0), оскільки оксид церію може діяти як носій у синергії зі сріблом та/або оксидом срібла та одночасно як активний металооксидний каталізатор окиснення. Рівновага між Ce³⁺ та Ce⁴⁺ може забезпечити дуже високу здатність матеріалу до нагромадження та вивільнення кисню, що уможливорює каталітичне згоряння CO внаслідок постачання кисню безпосередньо до каталітично активних центрів. Крім того, CeO_{2-x} має меншу схильність до дезактивації під впливом водяної пари та більшу стійкість проти спікання у порівнянні з іншими оксидами, наприклад, з Al₂O₃.

Каталізatori на основі срібла, описані вище, можуть бути безперервно розподілені по всій довжині тютюнового прутка або знаходитися в окремих ділянках, розподілених вздовж тютюнового прутка. Крім того, каталізatori на основі срібла можуть бути розподілені вздовж тютюнового прутка рівномірно або нерівномірно. Каталізatori на основі срібла можна додавати до маси різаного тютюну, що подається у сигаретну машину, або вводити безпосередньо у тютюновий пруток перед обгортанням тютюнового прутка сигаретним папером. Каталізatori на основі срібла можна безпосередньо осаджувати на (та/або вводити у) сигаретний папір перед використанням сигаретного паперу для виготовлення сигарети або після такого

використання.

Каталізатори на основі срібла переважно розподіляють у тютюновому прутці, матеріалі фільтра та/або вздовж сигаретного паперу у сигареті. Введення каталізаторів на основі срібла в один або кілька компонентів сигарети уможлиблює зменшення кількості монооксиду вуглецю, що просмоктується через сигарету.

Кількість каталізаторів на основі срібла можна добирати таким чином, щоб кількість монооксиду вуглецю в головному струмені диму під час куріння сигарети зменшувалася. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, кількість каталізаторів на основі срібла є каталітично ефективною кількістю, наприклад, кількістю, достатньою для забезпечення каталізу та/або окиснення щонайменше 10% монооксиду вуглецю в головному струмені диму, краще щонайменше 25%.

Один із варіантів здійснення винаходу пропонує спосіб одержання каталізаторів на основі срібла з подальшим нанесенням каталізаторів на основі срібла на різаний тютюн та/або їх введення у різаний тютюн при формуванні сигарети. Як різаний тютюн можна застосовувати будь-яку придатну тютюнову суміш. Прикладами придатних типів тютюнових матеріалів є тютюни трубогневого сушіння, тютюни типу Берлей, Мериленд або тютюни східного типу, рідкісні та специфічні тютюни та їх суміші. Тютюновий матеріал може постачатися у формі листового тютюну, підданої технологічній обробці тютюнової сировини, наприклад, об'ємно-розширеного тютюну або розпушеного тютюну, підданих технологічній обробці жилок тютюнового листа, наприклад, різано-катаних або різано-розпушених жилок тютюнового листа, відновленої тютюнової сировини або сумішей вищенаведених видів. Тютюн може включати також замітники тютюну.

У виробництві сигарет тютюн, як правило, застосовується у формі різаного тютюну, тобто волокон або джгутів, порізаних на стрічки шириною від приблизно 1/10 дюйма (2,5 мм) до приблизно 1/20 дюйма (1,2 мм) або навіть до 1/40 дюйма (0,6 мм). Довжина джгутів лежить у межах від приблизно 0,25 дюйма (6 мм) до приблизно 3 дюйма (70 мм). Крім того, сигарети можуть містити один або кілька ароматизаторів або інших домішок (наприклад, регуляторів горіння, модифікаторів згорання, барвників, в'язучих тощо), відомих у галузі.

Якщо каталізатори на основі срібла знаходяться у фільтрувальному елементі сигарети, то фільтр може мати форму монофільтра, подвійного фільтра, потрійного фільтра, порожнинного фільтра, заглибленого фільтра або вільноструминного фільтра. Каталізатори на основі срібла можна вводити в одну або кілька частин фільтра, вибраних із групи, яка включає: формовану паперову вставку, штранг фільтрувального матеріалу, простір між штрангами, папір для обгорнення фільтрів сигарет, обгортку штранга, ацетатцелюлозну гільзу, поліпропіленову гільзу та вільноструминну гільзу.

Ще один варіант здійснення винаходу пропонує спосіб виготовлення сигарети, яка включає каталізатори на основі срібла. Способи виготовлення сигарет відомі у галузі. Для введення каталізаторів можна застосовувати будь-яку звичайну або модифіковану технологію виготовлення сигарет. Одержувані сигарети можуть бути виготовлені відповідно до будь-яких відомих технічних умов із застосуванням стандартних або модифікованих технологій та обладнання для виготовлення сигарет. Композицію різаного тютюну факультативно поєднують з іншими домішками, що застосовуються у виробництві сигарет, та подають у сигаретну машину для одержання тютюнового стовпчика, який потім обгортають сигаретним папером та факультативно споряджують фільтром.

Сигарети можуть мати довжину від приблизно 50 мм до приблизно 120 мм. Як правило, стандартна сигарета має довжину приблизно 70 мм, сигарета «King Size» — приблизно 85 мм, «Super King Size» — приблизно 100 мм, а сигарета «Long» звичайно має довжину приблизно 120 мм. В обводі сигарета має розмір від приблизно 15 мм до приблизно 30 мм, перевага віддається розміру приблизно 25 мм. Щільність пакування тютюну лежить, як правило, у межах від приблизно 100 мг/см³ до приблизно 300 мг/см³, відповідно до варіанта, якому віддається перевага, від приблизно 150 мг/см³ до приблизно 275 мг/см³.

Каталізатори на основі срібла досліджували із застосуванням рентгенодифракційного методу та сканувальної електронної мікроскопії (SEM). Рентгенограми (XRD) одержували на дифрактометрі Philips X'Pert Materials Research із застосуванням випромінювання Си К α . Розміри та форму агломератів та окремих частинок досліджували з застосуванням сканувального електронного мікроскопа JEOL Model 35-C.

Наявні на ринку порошки срібла одержували від фірми Argonide Corp. (Сенфорд, штат Флоріда). Дослідження одержаних від постачальника порошоків методами XRD та SEM посвідчило, що вони містили агломерати розміром 10-40 мкм, які складалися з нанометрових частинок металічного срібла. Розмір окремих частинок становив приблизно 100 нм.

Активність наявного, на ринку каталізатора на основі срібла визначали із застосуванням проточного реактора з шаром носія. На Фіг. 2 показано реактор 60 із шаром носія, вміщений у трубчасту піч 62 із програмованим режимом. Для контролю температури каталізатора на основі срібла та печі 62 застосовуються термопари відповідно 64 та 66. Для визначення здатності каталізатора на основі срібла до зниження концентрації монооксиду вуглецю приблизно 25 мг каталізатора на основі срібла напильють на кварцову вату 68 та вміщують у середню частину реактора. Для запобігання винесенню твердих частинок у газоаналізатор 70, приєднаний до вихідного боку 65 реактора, можна застосовувати фільтрувальну подушку 69. Початкову газоподібну суміш 61 реагентів вводять у вхідний бік 63 реактора, і вона проходить над каталізатором на основі срібла і далі через реактор зі швидкістю потоку приблизно 1 л/хв. Після встановлення постійного газового потоку температуру печі підвищують зі швидкістю приблизно 15°C/хв, і газ, що проходить над каталізатором на основі срібла та виходить з вихідного боку реактора, аналізують за допомогою газоаналізатора 70 типу NLT2000, який вимірює концентрацію CO, CO₂ та O₂ у газі.

Було проведено кілька випробувальних експериментів на одному зразку каталізатора. Для проведення кількох експериментів зразок вміщують у реактор наведеним вище чином і вимірюють концентрації CO, CO₂ та O₂ як функції температури реактора до спостереження максимального ступеня конверсії CO у CO₂. Потім зразок охолоджують до кімнатної температури і повторюють вимірювання в ході повторного циклу нагрівання. Перший цикл нагрівання позначено в описі як Дослід А, другий та третій цикли — як Досліди В, С тощо. Досліди повторюють, доки у двох послідовних дослідах не спостерігатимуться аналогічні значення граничної температури (температури, при якій 5% CO конвертується у CO₂).

Характеристики конверсії монооксиду вуглецю на наявних на ринку частинках срібла показано на Фіг. 3. Застосовувалася початкова газова суміш, яка містила 3,5% CO та 21% O₂ (решта аргон). Ці дані свідчать, що у послідовних дослідах А—С температура, при якій 5% монооксиду вуглецю перетворюється у діоксид вуглецю (T₅) становила приблизно 80°C. Температура, при якій 5% монооксиду вуглецю перетворюється у діоксид вуглецю, у цьому описі зветься граничною температурою.

Активність наявних на ринку частинок срібла визначали також шляхом введення цього каталізатора на основі срібла у виготовлені вручну сигарети, які потім скурювалися на стандартній курильній машині. Додання 160 мг та 400 мг частинок срібла, рівномірно розподілених у різаному тютюні випробувальних сигарет забезпечувало зниження концентрації монооксиду вуглецю в головному струмені диму, просмоктуваного через випробувальну сигарету, відповідно на 30% та 44% у порівнянні з контрольною сигаретою, яка не містила каталізатора на основі срібла.

Каталізатори на основі срібла можна одержати шляхом осадження солі срібла з утворенням срібловмісних частинок. Наприклад, частинки оксиду срібла були одержані шляхом додання 0,1-н. розчину гідроксиду натрію до водного розчину нітрату срібла. Свіжоосаджений продукт промивали дистильованою водою, сушили у вакуумній печі при 90°C та випробовували у проточному трубчастому реакторі, описаному вище.

Спочатку свіжоосаджені частинки оксиду срібла випробовували при температурі навколишнього середовища (тобто без зовнішнього нагрівання у печі). Як видно з Фіг. 4, при використанні початкової газової суміші із вмістом 3% CO та 21% O₂ (решта аргон) 120 мг частинок оксиду срібла забезпечували максимальний ступінь конверсії 33% CO при кімнатній температурі. Під впливом зовнішнього тепла каталітична активність збільшувалася і при температурі каталізатора приблизно 290 °C забезпечувала 100% конверсії CO.

Рентгенодифракційне дослідження свіжоосаджених частинок оксиду срібла виявило рефлекси, що відповідають нанометровим частинкам оксиду срібла (Ag₂O). Після нагрівання частинок у потоці газової суміші CO/O₂/Ar рентгенодифракційні піки відповідали металічному сріблу, середній розмір частинок якого перевищував розмір свіжоосаджених частинок оксиду срібла. Таким чином, при випробуванні конверсії CO оксид срібла відновлюється (наприклад, віддає кисень), що уможливорює дію оксиду срібла як окиснювача для конверсії CO у CO₂.

Свіжоосаджені частинки оксиду срібла можуть забезпечувати конверсію монооксиду вуглецю в діоксид вуглецю за відсутності зовнішнього джерела кисню, наприклад, у збідненій киснем зоні курильної суміші. Як показано на Фіг. 5, свіжоосаджені частинки оксиду срібла випробовували при кімнатній температурі із застосуванням газового потоку, який містив 6% CO (решта аргон). Зразок, що містив 200 мг згаданих частинок, забезпечував максимальний ступінь конверсії 66% CO. Оксид срібла може бути джерелом кисню для прямого окиснення CO у CO₂. Оскільки відновлення оксиду срібла до металічного срібла є екзотермічною реакцією, то температура зразка в процесі випробування підвищується, в той час як оксид срібла витрачається (тобто відновлюється до металічного срібла).

Підвищення температури каталізатора, що містить осаджені частинки оксиду срібла, в процесі випробування CO можна використати для ініціювання каталітичної активності інших каталізаторів, особливо тих, для яких гранична температура перевищує кімнатну температуру. Результати випробування конверсії монооксиду вуглецю з застосуванням суміші, яка містила осаджені частинки оксиду срібла та наявні на ринку частинки срібла, показано на Фіг. 6. Зразок, який містив 40 мг Ag₂O та 40 мг наявного на ринку срібла, випробовували при температурі навколишнього середовища, застосовуючи початкову газову суміш із вмістом 3% CO та 21% O₂ (решта аргон). Домішані частинки забезпечували 100% конверсію CO без нагрівання ззовні та зберігали активність на протязі понад 5 год.

Носій каталізатора можна застосувати для стабілізації активності каталізатора та диспергування активної речовини. Каталізатори на основі срібла на носіях можна виготовляти шляхом змішування осаджених частинок оксиду срібла із частинками оксиду другого металу. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, каталізатор на основі срібла містить від приблизно 1% (мас.) до 70% (мас.) частинок срібла та/або оксиду срібла на нанометрових або мікрометрових частинках оксидного носія. На Фіг. 7 показано результати випробування конверсії монооксиду вуглецю на каталізаторі на основі срібла, який містив 40% (мас.) оксиду срібла та 60% (мас.) оксиду церію. Середній розмір частинок оксиду церію становив приблизно 1 мкм. При застосуванні початкової газової суміші із вмістом 3% CO та 21% O₂ (решта аргон) приблизно 150 мг зразка забезпечували максимальний ступінь конверсії CO у CO₂, що дорівнював 90%, без нагрівання ззовні. Хоча ступінь конверсії CO у CO₂ без нагрівання ззовні із часом зменшувався, каталітична активність матеріалу відновлювалася шляхом зовнішнього нагрівання. При підвищенні температури зразка за допомогою зовнішнього нагрівача приблизно до 110°C було досягнуто ступінь конверсії CO у CO₂ понад 90%. Підвищена каталітична активність суміші у порівнянні з осадженим продуктом може бути зумовлена диспергуванням активної речовини (наприклад, срібла) у згаданій суміші.

У Таблиці I подано значення максимального ступеня конверсії CO, досягнутого без нагрівання печі, та температури зразка, при якій досягається 90% конверсії, для каталізаторів різного складу на основі срібла на церій-оксидних носіях.

Таблиця I

Максимальний ступінь конверсії CO та значення T₉₀ для каталізаторів на основі срібла на носії

Масовий склад (відсоток Ag ₂ O), решта CeO ₂	Максимальна конверсія CO (%) без нагрівання печі	Температура печі для 90% конверсії CO (°C)
10	27	390
20	38	160
30	50	ПО
40	90	110

Активність каталізаторів на основі срібла на церій-оксидному носії визначали також шляхом введення каталізаторів у виготовлені вручну сигарети. Додання зразків масою 400 мг, що містили 20% (мас.) та 40% (мас.) осаджених частинок оксиду срібла на оксиді церію забезпечувало зниження концентрації монооксиду вуглецю, просмоктуваного через випробувану сигарету, відповідно на 42% та 45% у порівнянні з контрольною сигаретою, яка не містила каталізатора на основі срібла. Окрім зниження концентрації CO, каталізатор на основі срібла при випробуванні в експериментальних сигаретах забезпечував також зниження загальної концентрації твердих частинок, просмоктуваних через випробувану сигарету, приблизно на 35% у порівнянні з контрольною сигаретою.

Каталізатори на основі срібла можуть факультативно містити один або кілька різних оксидних носіїв. Замість оксиду церію оксидний носій може містити, наприклад, оксид титану. Зразок масою 400 мг, який містив 40% (мас.) свіжоосадженого оксиду срібла на оксиді титану, забезпечував зниження концентрації монооксиду вуглецю, просмоктуваного через випробувальну сигарету, приблизно на 42%.

Як вказано вище, срібло на металооксидних носіях можна одержати методом випарювання та осадження. У варіанті здійснення винаходу, якому віддається перевага, для виготовлення каталізаторів на основі срібла на носіях можна застосовувати метод LVCC з використанням мішеней, виготовлених із пресованих порошків. Були використані мішені, які містили 5% (мас.) або 10% (мас.) срібла в оксиді церію. Склад каталізатора на основі срібла, одержаного методом LVCC, в цьому документі позначається як склад мішені, з якої він був одержаний. Одержані методом LVCC каталізатори на основі срібла містять срібло та/або оксид срібла, введені в (та/або нанесені на) нанометрові частинки оксиду церію.

Каталітичну активність каталізаторів на основі срібла, одержаних методом LVCC, випробовували із застосуванням приладу із трубчастою пічкою, показаною на Фіг. 2. Використовували газову суміш із вмістом 3% CO та 21% O₂ (решта аргон). Як показано на Фіг. 8, для зразка каталізатора на основі срібла масою 25 мг, який містив 10% (мас.) срібла та 90% (мас.) оксиду церію, гранична температура в ході чотирьох послідовних дослідів (A-D) знижується з 195°C до приблизно 80°C, і в четвертому досліді ступінь конверсії CO, близький до 100%, при температурі приблизно 100°C. При використанні зразка каталізатора на основі срібла масою 20 мг із вмістом 5% (мас.) срібла та 95% (мас.) оксиду церію одержано аналогічні результати, як показано на Фіг. 9.

З метою варіювання властивостей каталізатора його можна піддавати термічній обробці. Наприклад, перед введенням каталізатора на основі срібла у (або нанесенням на) Щонайменше один із таких компонентів сигарети: різаний тютюн, сигаретний папір та матеріал фільтра для сигарет, можна застосовувати нагрівання (тобто прожарювання) каталізатора для підвищення каталітичної активності каталізатора. Відповідно до варіанта, якому віддається перевага, при прожарюванні каталізатора на основі срібла перед введенням у компонент сигарети каталізатор нагрівають в окиснювальній атмосфері, хоча можливим є також прожарювання у відновлювальній та/або інертній атмосфері.

Вплив термічної обробки на каталізатори на основі срібла на церій-оксидному носії, одержаного методом LVCC, охарактеризовано у Таблиці II. У таблиці подано значення граничної температури у першому досліді (T₅) та температури, що забезпечує у першому досліді 95% конверсію CO, для зразків каталізаторів, попередньо термічно оброблених у газовій атмосфері із вмістом 20% O₂ (решта аргон). Для порівняння подано характеристики конверсії монооксиду вуглецю на каталізаторах на основі срібла, випробуваних без попереднього прожарювання. У подальших дослідях значення граничної температури та температури, що забезпечує 95% конверсію CO, знижувалися. Наприклад, у четвертому досліді граничні температури для каталізаторів із вмістом 5% (мас.) та 10% (мас.) Ag на CeO₂, знижувалися відповідно до 90°C та 80°C. Температура забезпечення 95% конверсії у четвертому досліді для цих зразків становила відповідно приблизно 160°C та 100°C.

Таблиця II

Вплив прожарювання на каталітичну активність каталізаторів на основі срібла

Зразок	Термічна обробка перед випробуванням	T ₅ (°C)	T ₉₅ (°C)
5% Ag-CeO ₂	Немає	210	250
10% Ag-CeO ₂	Немає	170	195
5% Ag-CeO ₂	300°C, 45 хв	90	160
5% Ag-CeO ₂	300°C, 120 хв	80	100
10% Ag-CeO ₂	300°C, 120 хв	75	110
5% Ag-CeO ₂	400°C, 120 хв	100	145

Як видно з Таблиці II, попередня термічна обробка каталізаторів на основі срібла, одержаних методом LVCC, забезпечує значне зниження граничних температур, наприклад, ці температури можна знизити щонайменше на 50°C, 100°C або навіть більше. Каталізатор на основі срібла на носії CeO₂ сприяє окисненню CO при підвищених температурах.

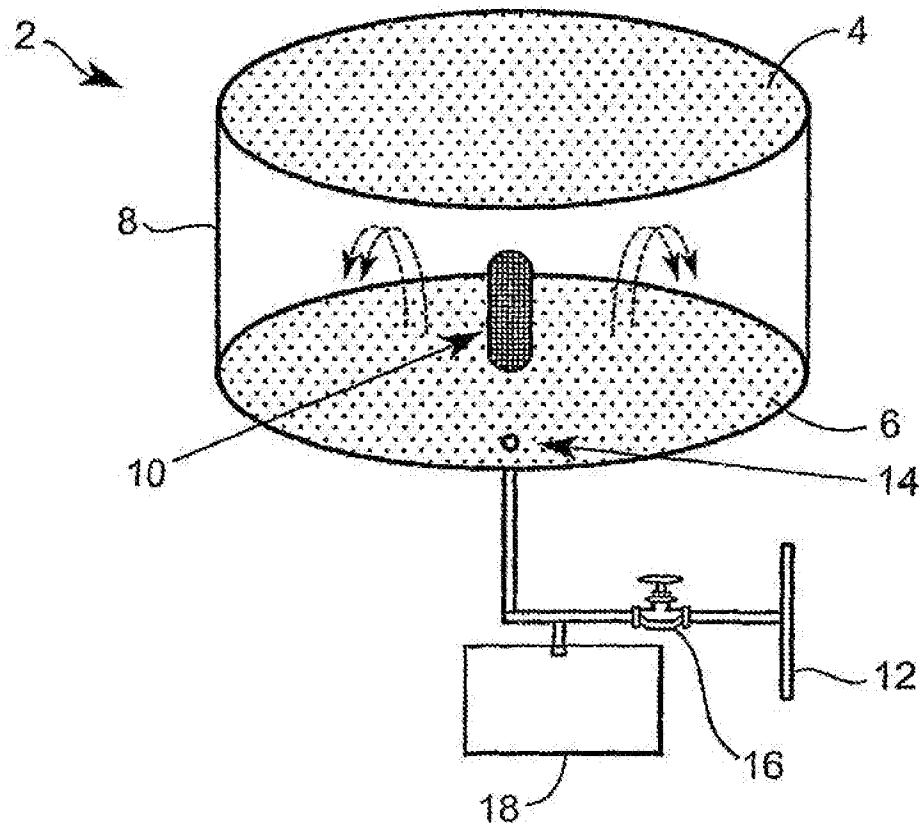
Довготривалу каталітичну активність вимірювали, застосовуючи одержаний методом LVCC каталізатор на основі срібла, із вмістом 5% срібла на оксиді церію, напилений на кварцову вату та вміщений в описаний вище реактор. Перед вміщенням у піч зразок каталізатора прожарювали при 300°C у газовій атмосфері із вмістом 20% O₂ (решта аргон) протягом 120 хв. При експерименті температуру печі підтримували на рівні 125°C. На протязі 4-годинного періоду випробування каталізатор забезпечував ступінь конверсії вище ніж 95%.

Каталізатори на основі срібла можна застосовувати у різноманітних випадках. Наприклад, такий каталізатор можна ввести у реактор конверсії вуглеводнів у кількості, що забезпечує таку конверсію. Каталізатор можна ввести у вихлопну систему автомобіля у кількості, що забезпечує окиснення монооксиду

вуглецю до діоксиду вуглецю. Каталізатор можна застосувати також для зменшення кількості викидів при холодному запуску автомобільного двигуна у кількості, що забезпечує окиснення монооксиду вуглецю до діоксиду вуглецю. Відповідно до іншого варіанта, каталізатор можна ввести у лазер у кількості, що забезпечує окиснення монооксиду вуглецю до діоксиду вуглецю. Відповідно до іншого варіанта, каталізатор можна ввести у паливний елемент у кількості, що забезпечує окиснення монооксиду вуглецю до діоксиду вуглецю. Відповідно до ще одного варіанта, каталізатор можна використовувати у повітряному фільтрі для конверсії монооксиду вуглецю та/або летких органічних сполук, присутніх в атмосфері приміщень.

Цей винахід описано вище стосовно до варіантів здійснення, яким віддається перевага, однак слід мати на увазі, що в нього можна вносити варіанти та модифікації, зрозумілі для фахівця у галузі. Такі варіанти та модифікації слід розглядати у межах обсягу винаходу як такі, що визначаються пунктами формули винаходу.

Усі вищезгадані джерела, включені до цього опису шляхом посилання у повному їх обсязі, так, якби кожне окреме джерело було б конкретно та індивідуально вказане як таке, що включене до цього опису шляхом посилання у повному його обсязі.



ФІГ. 1

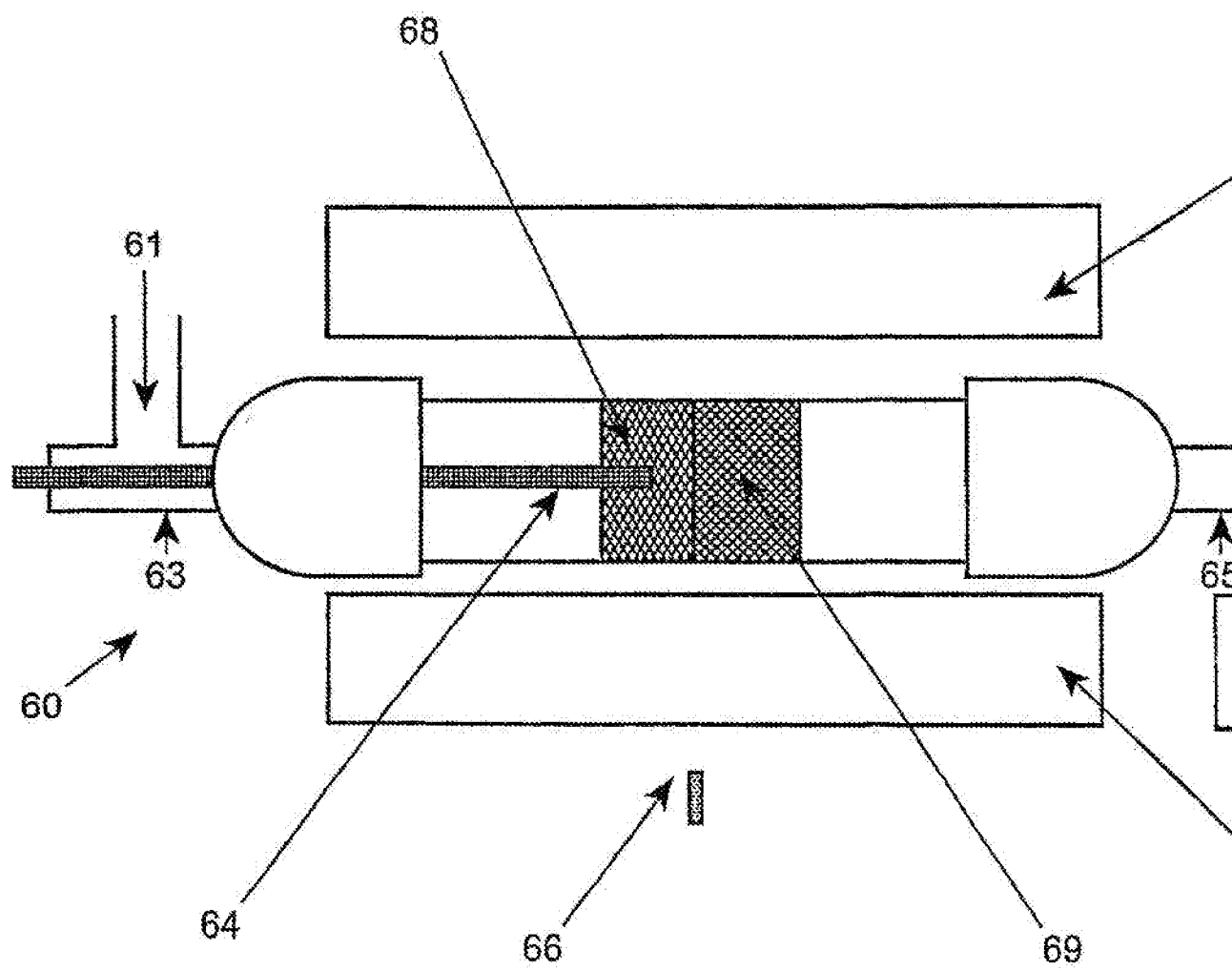
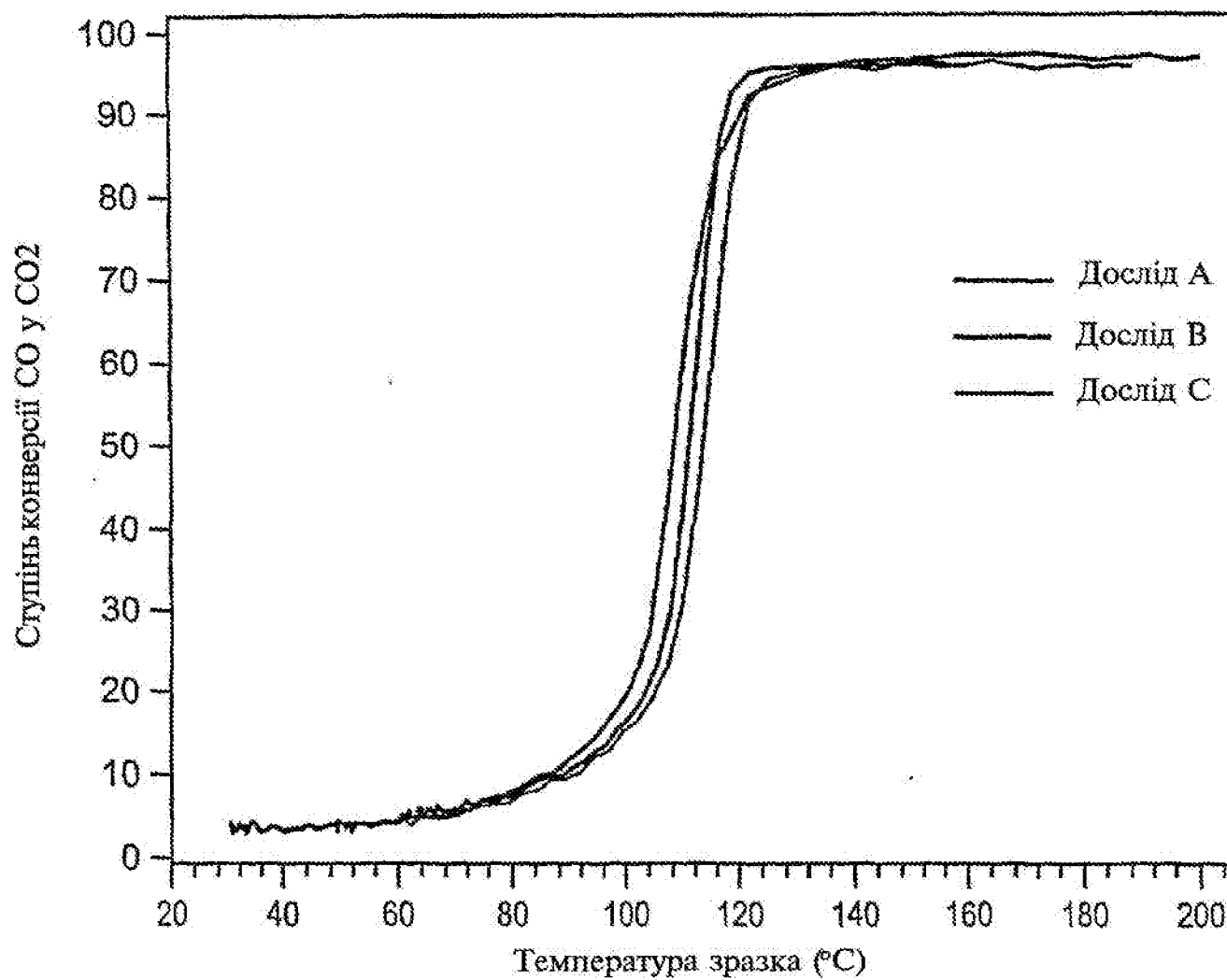
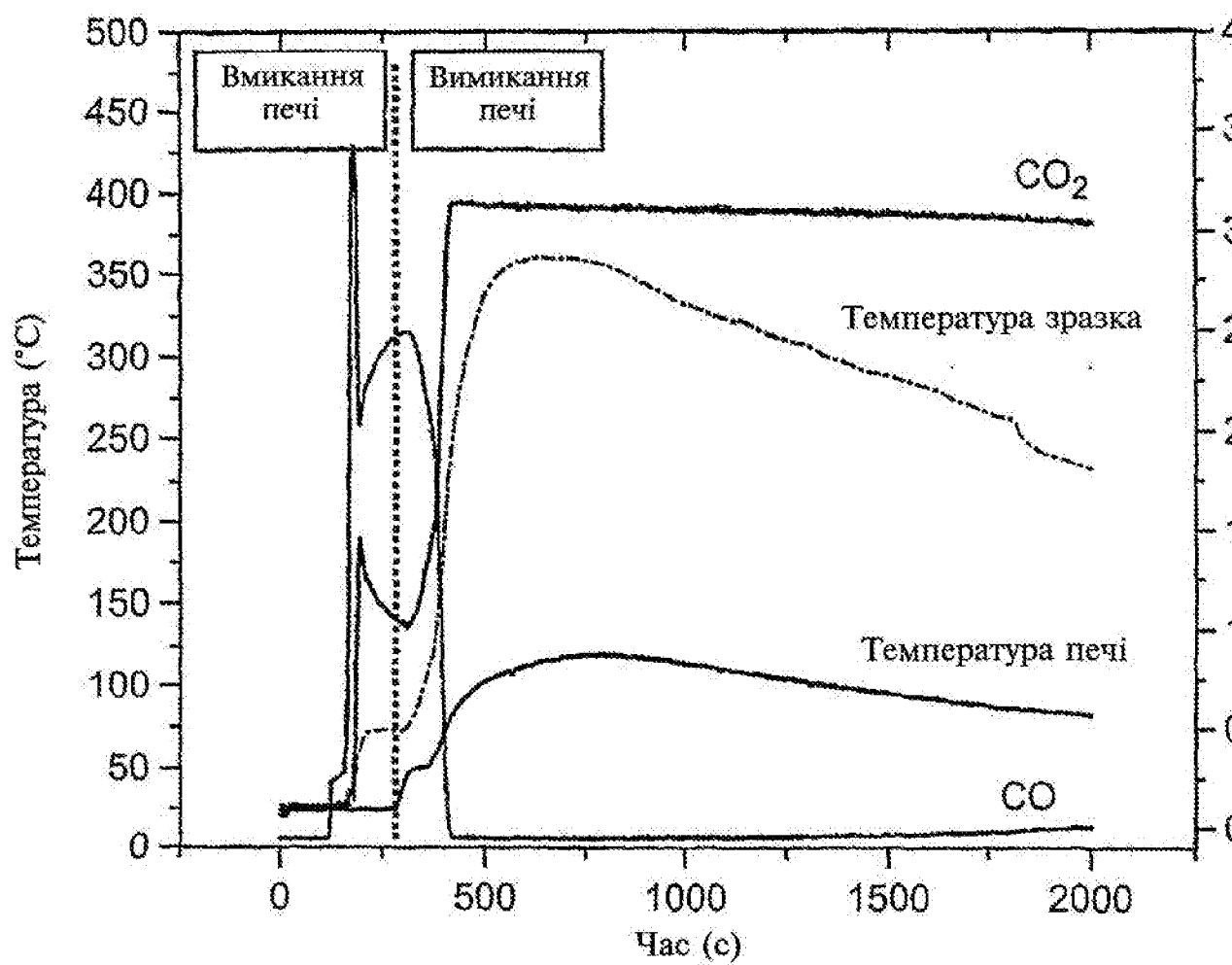


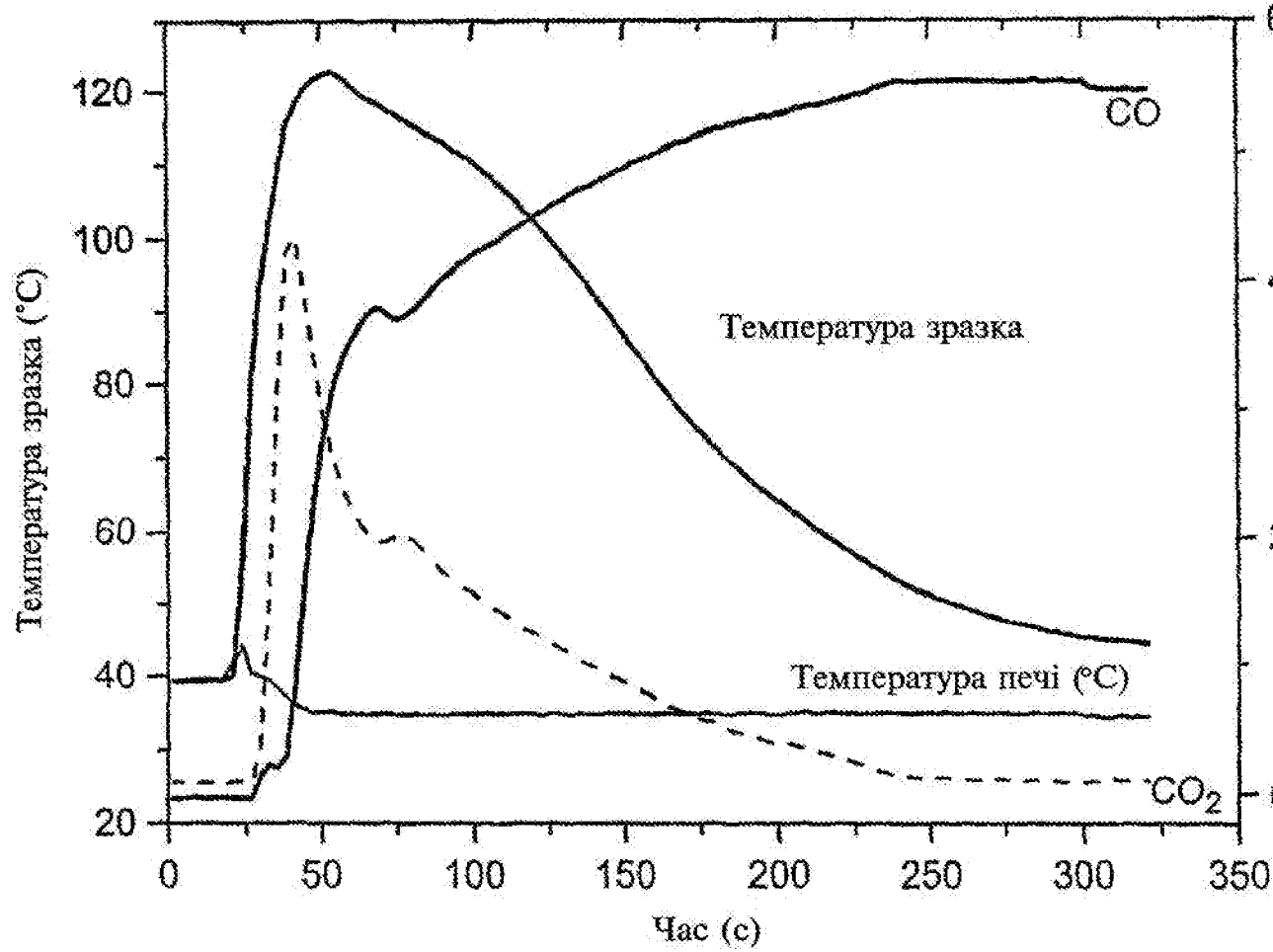
FIG. 2



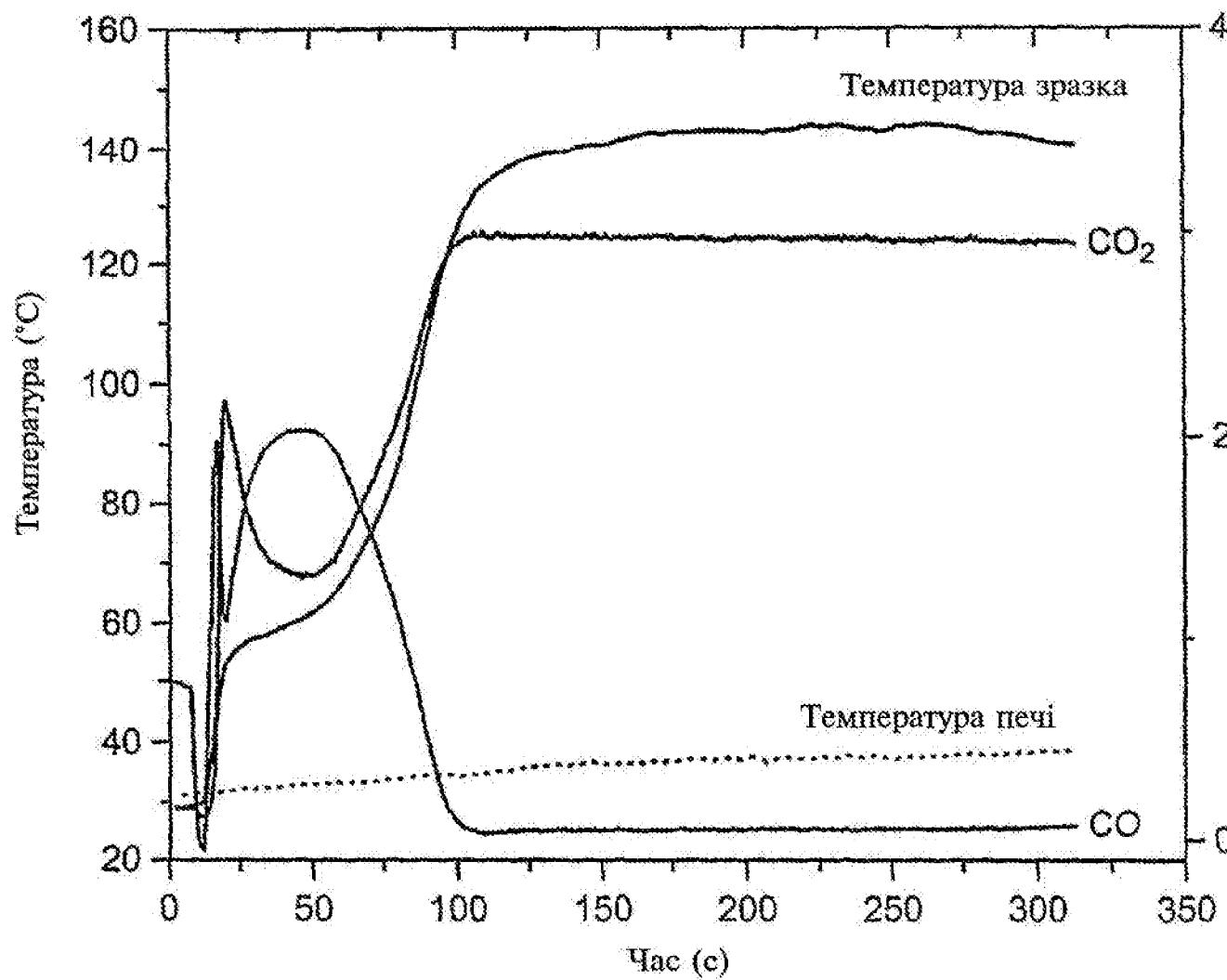
ФІГ. 3



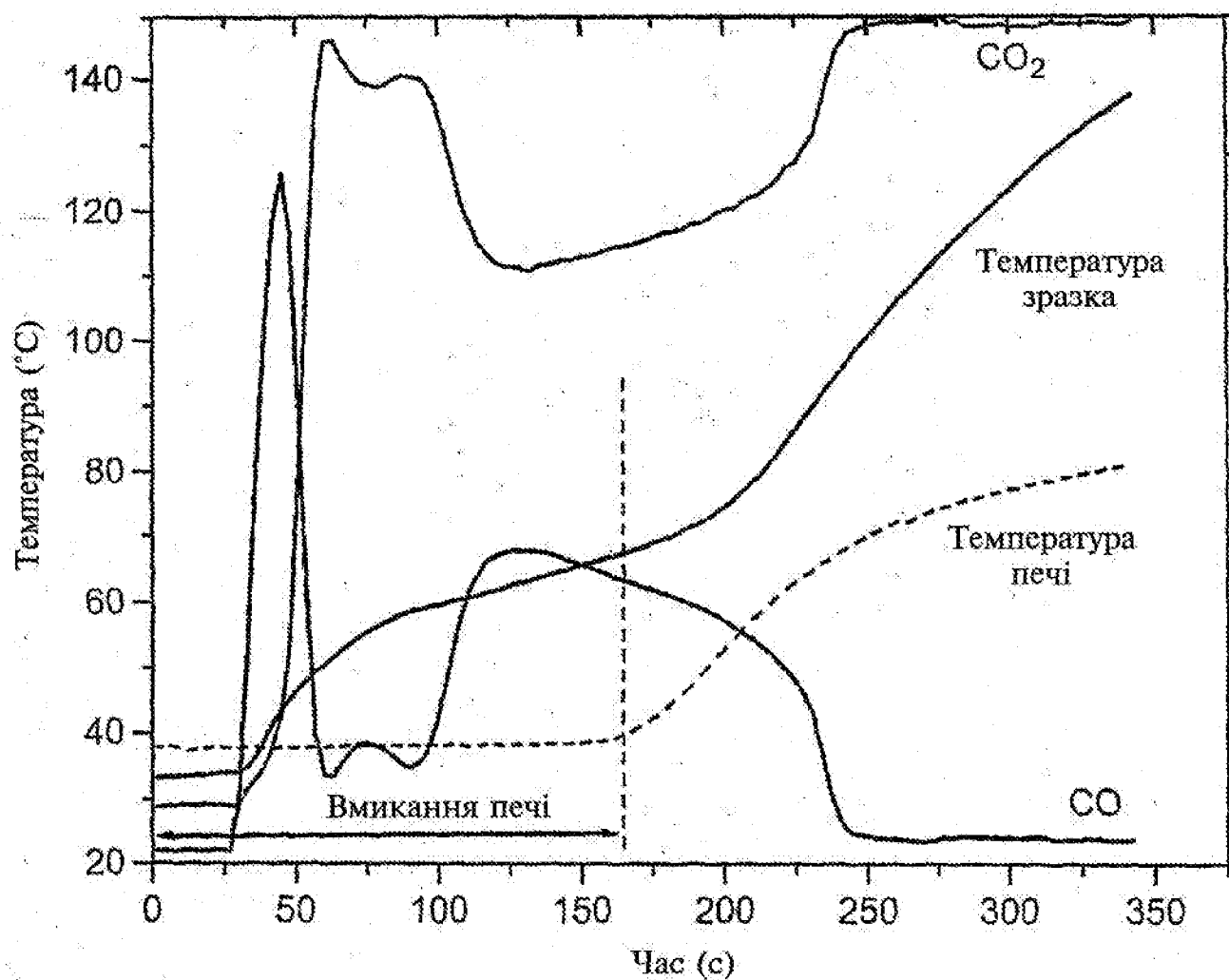
ФІГ. 4



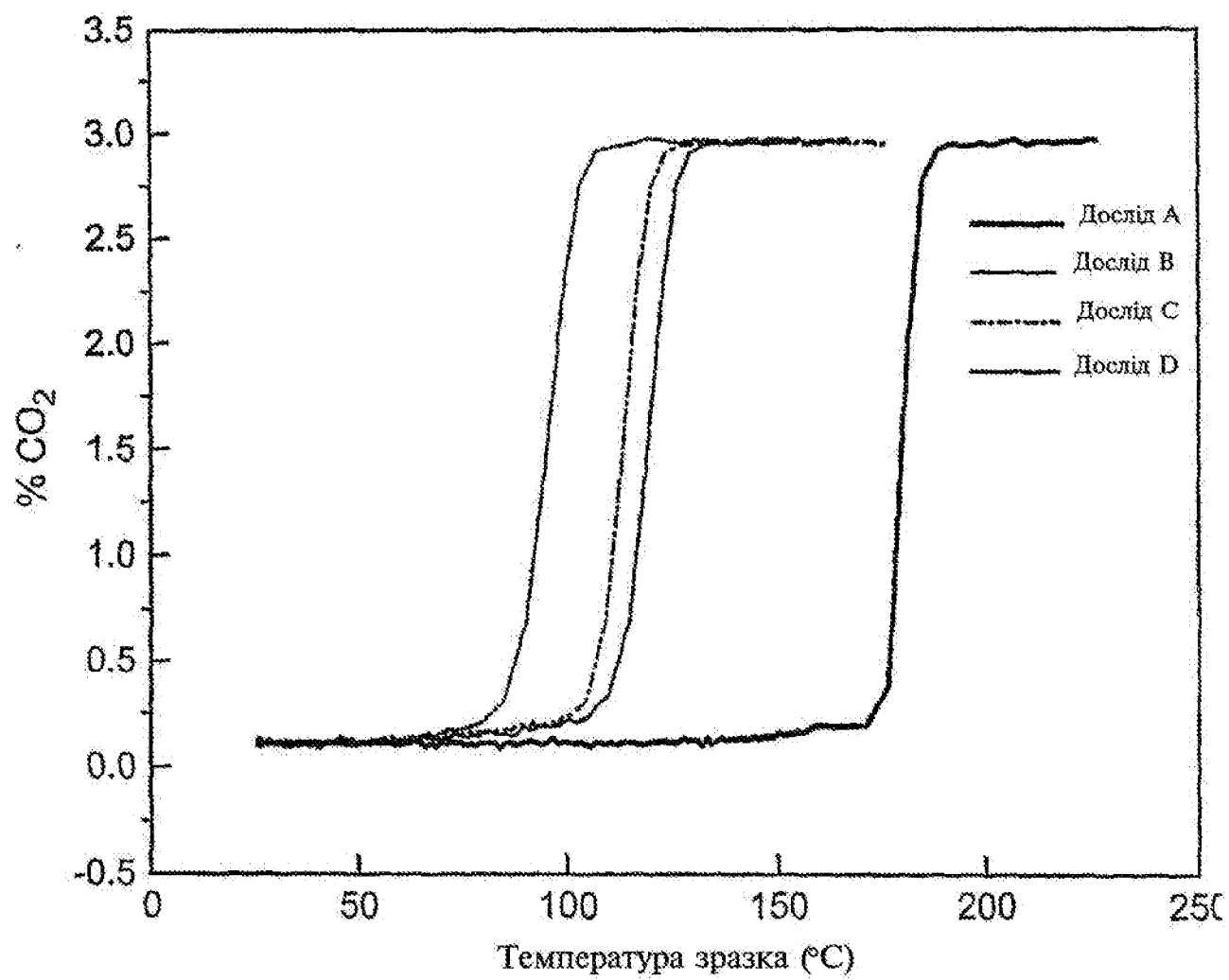
ФІГ. 5



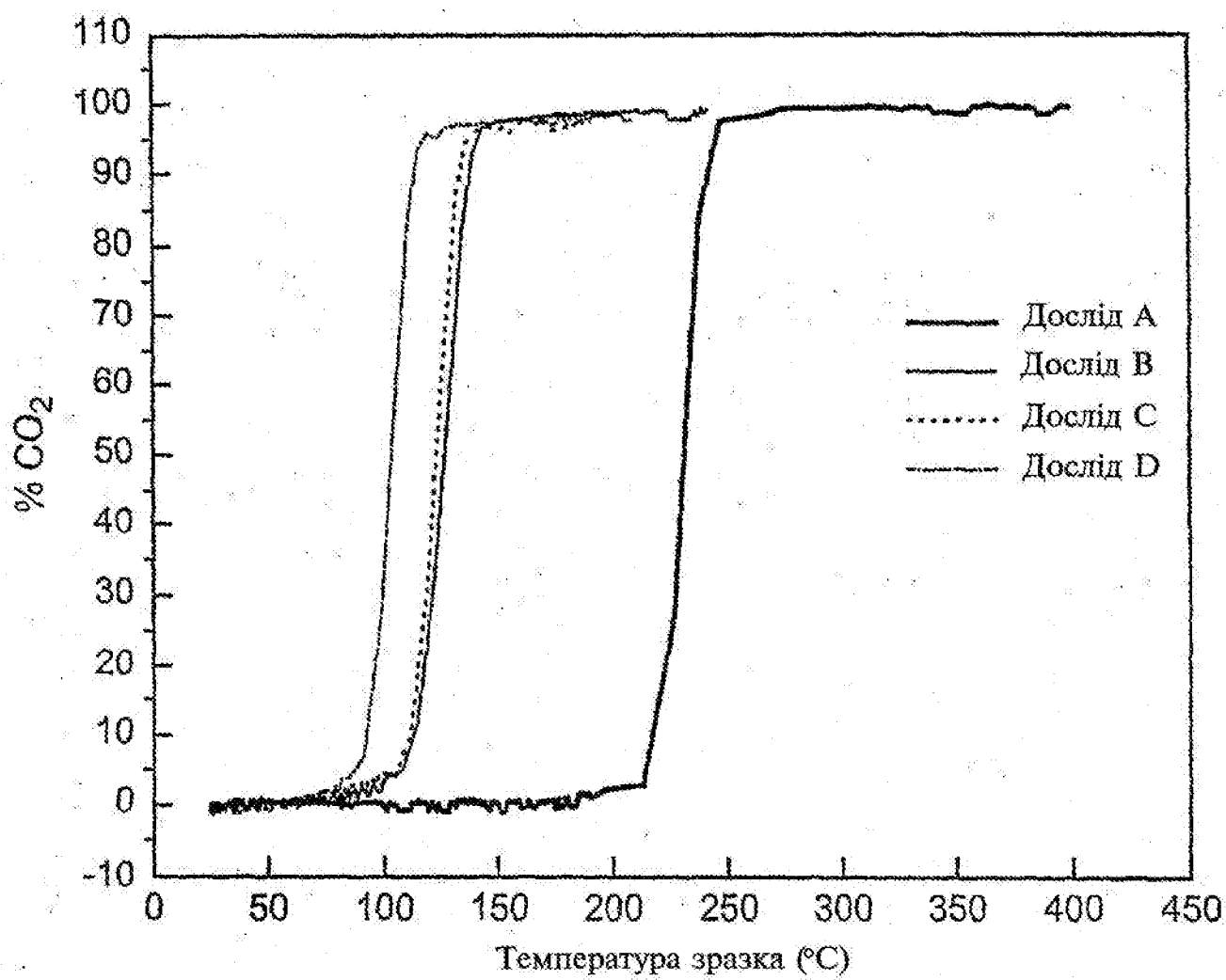
ФІГ. 6



ФІГ. 7



ФІГ. 8



ФІГ. 9