

Определение газообразных продуктов восстановления CO_2 на микро-ГХ Agilent 990

Автор

Фэй Цзян (Fei Jiang)
Agilent Technologies, Inc.

Аннотация

В этом методическом обзоре описывается использование микро-ГХ Agilent 990 для определения газообразных продуктов восстановления CO_2 . Такой анализ может быть полезен для оценки эффективности катализаторов или для управления процессом восстановления CO_2 . Описанная методика использует два канала, Agilent CP-Molsieve 5Å и Agilent PoraPLOT U, для определения водорода (H_2), монооксида углерода (CO), метана (CH_4), этана (C_2H_6) и этена (C_2H_4), образующихся в процессе восстановления.

Введение

Более ста лет уголь и нефть были основными источниками энергии для человеческой цивилизации. Их неумеренное использование привело к резкому увеличению концентрации углекислого газа (CO_2) в атмосфере. Концентрация CO_2 в атмосфере увеличилась с приблизительно 280 млн д. в 1750 г. до приблизительно 385 млн д. в настоящий момент и, по прогнозам, в 2050 г. должна достичь приблизительно 500 млн д. Это увеличение привело к повышению средней мировой температуры, что угрожает существованию жизни на планете. Превращение CO_2 в другие полезные соединения углерода позволяет создать устойчивую систему вторичного использования углерода и является одним из способов снизить опасность для климата, которую несет в себе увеличение концентрации CO_2 .

Наилучшим решением является превращение атмосферного CO_2 в малые органические молекулы с увеличенной удельной энергией, такие как монооксид углерода, метан, этан, этен, муравьиная кислота, метанол и т. п., с использованием возобновляемых источников энергии. Такая стратегия позволяет не только снизить скорость накопления CO_2 в атмосфере, но и производить топливо и полезные промышленные химикаты, тем самым снижая зависимость человечества от традиционных ископаемых ресурсов. За последние несколько десятилетий были предложены и в настоящий момент активно исследуются несколько подходов к восстановлению CO_2 , в том числе электрохимический, фотохимический, биохимический и термохимический методы.

В ходе восстановления CO_2 необходимо отслеживать концентрацию продуктов восстановления. Как правило, продукт восстановления CO_2 представляет собой смесь H_2 , CO , CH_4 , C_2H_6 и C_2H_4 в CO_2 . Микро-ГХ Agilent 990 обеспечивает быстрое и точное определение продуктов восстановления CO_2 и позволяет повысить эффективность исследований в области восстановления CO_2 .

Экспериментальная часть

Канал 1: с колонкой Agilent CP-Molsieve 5Å длиной 10 м и предколонкой длиной 5 м, с обратной продувкой и функцией стабилизации времен удерживания (RTS) для определения H_2 , CH_4 и CO . Обратная продувка и RTS применяются для защиты колонки Molsieve 5Å от влаги, CO_2 и других примесей. Это положительно сказывается на долговременной воспроизводимости времен удерживания и надлежащей работе колонки Molsieve 5Å.

Канал 2: с колонкой Agilent CP-PoraPLOT U длиной 10 м, без обратной продувки, для определения CH_4 , CO_2 , C_2H_4 и C_2H_6 .

Таблица 1. Параметры методик анализа.

Тип канала	С предколонкой длиной 5 м и колонкой Agilent CP-Molsieve 5Å длиной 10 м, с RTS и обратной продувкой	С колонкой Agilent CP-PoraPLOT U длиной 10 м, без обратной продувки
Газ-носитель	Гелий	Гелий
Температура устройства ввода пробы	60 °C	50 °C
Температура колонки	60 °C	40 °C
Давление на входе в колонку	180 кПа	100 кПа
Время ввода пробы	100 мс	20 мс

Таблица 2. Состав смеси стандартов.

Компоненты	Концентрация (млн д.)
Водород	98,7
Метан	99,7
Монооксид углерода	491,9
Углекислый газ	До 100%
Этилен	49,6
Этан	50,0

На рис. 1 показано, что колонка Agilent CP-Molsieve 5Å длиной 10 м в сочетании с функцией стабилизации времен удерживания и обратной продувкой позволяют достаточно хорошо разделить H_2 , CH_4 и CO не более чем за 2,5 мин. На рис. 2 показано, что колонка Agilent CP-PoraPLOT U длиной 10 м позволяет достаточно хорошо разделить CH_4 , CO_2 , C_2H_4 и C_2H_6 не более чем за 2 мин. Из-за высокой концентрации CO_2 , в котором растворены компоненты стандартной смеси, для того чтобы обеспечить хорошее отделение CO_2 от легких компонентов в предколонке и чтобы гарантировать полное удаление CO_2 во время обратной продувки, колонка Agilent CP-Molsieve 5Å длиной 10 м предварялась предколонкой длиной 5 м, которая обеспечивала во время обратной продувки полное удаление CO_2 , в котором были растворены другие компоненты. Колонка находилась при температуре 60 °С.

В табл. 3 приведены данные о воспроизводимости, определенные по результатам 10 анализов. Для всех компонентов, определяемых в канале с колонкой Agilent CP-Molsieve 5Å длиной 10 м, ОСО времен удерживания было не хуже 1%, а ОСО площади пика — не хуже 3%.

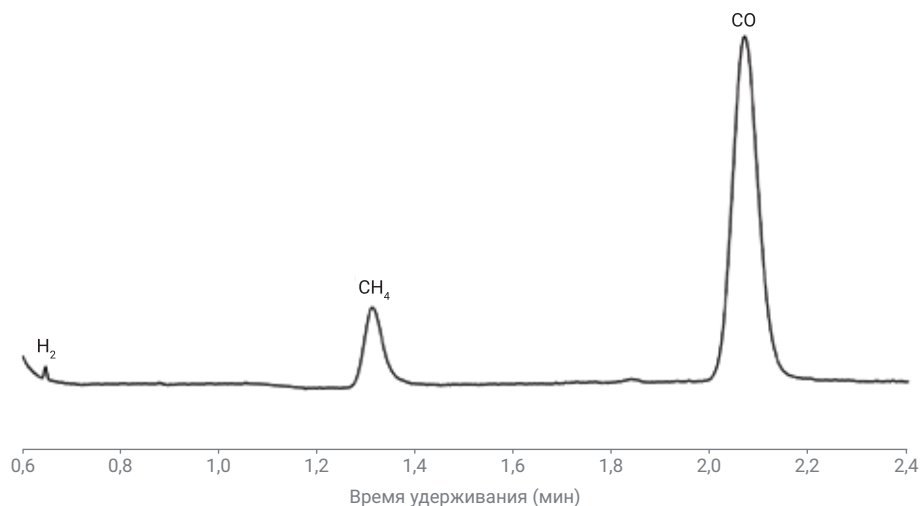


Рис. 1. Хроматограмма H_2 , CH_4 и CO на канале с колонкой Agilent CP-Molsieve 5Å длиной 10 м.

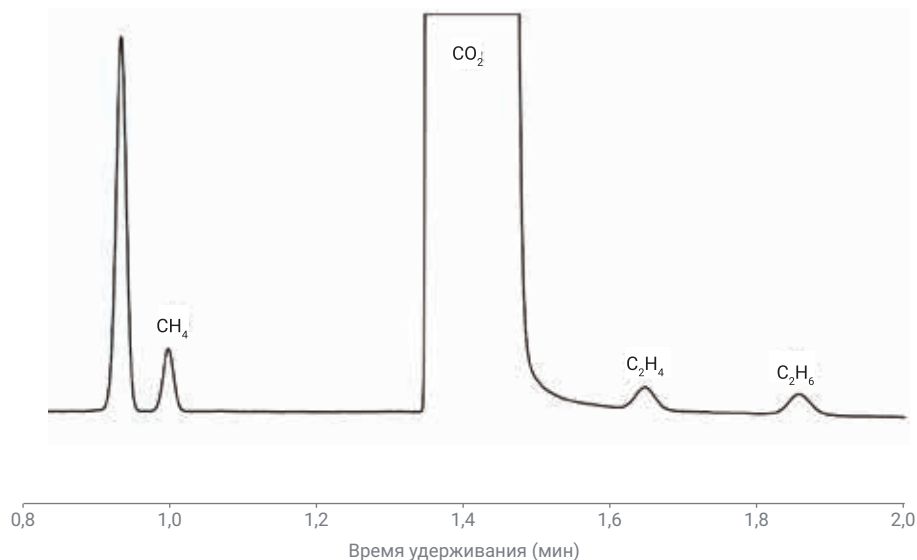


Рис. 2. Хроматограмма CH_4 , CO_2 , C_2H_4 и C_2H_6 на канале с колонкой Agilent CP-PoraPLOT U длиной 10 м.

Таблица 3. Воспроизводимость времен удерживания и площадей пиков в 10 анализах смеси стандартов.

Соединения	ВУ (мин)	ОСО времен удерживания (%)	Площадь (мВ × с)	ОСО площади пика (%)
Водород	0,643	0,07	0,003	2,33
Метан	0,988	0,00	0,084	2,10
Монооксид углерода	1,845	0,87	0,970	0,71
Углекислый газ	1,342	0,04	1120,3	0,23
Этилен	1,628	0,03	0,053	1,78
Этан	1,834	0,04	0,062	2,33

Выводы

Данное исследование демонстрирует возможности микро-ГХ Agilent 990 для определения газообразных продуктов восстановления CO_2 . Результаты этого анализа могут применяться для оценки эффективности катализатора или управления процессом восстановления CO_2 . Точность количественного анализа оценивалась по результатам десяти повторных анализов калибровочного стандарта. При этом воспроизводимость времен удерживания была не хуже 1%, а площадей пиков — не хуже 3%, что демонстрирует отличные характеристики прибора и его пригодность для надежного качественного и количественного анализа газообразных продуктов восстановления CO_2 .

Литература

1. van Loon, R. Permanent Gas Analysis – Separation of Helium, Neon and Hydrogen a MolSieve 5A column using the Agilent 490 Micro GC. Методический обзор Agilent Technologies, номер публикации 5990-8527EN, **2011**.
2. van Loon, R. C1 – C3 Hydrocarbon Analysis Using the Agilent 490 Micro GC – Separation Characteristics for PoraPLOT U and PoraPLOT Q Column Channels. Методический обзор Agilent Technologies, номер публикации 5990-9165EN, **2011**.

www.agilent.com/chem

DE.6147569444

Информация в этом документе может быть изменена без предупреждения.

© Agilent Technologies, Inc., 2020
Напечатано в США 24 августа 2020 г.
5994-2320RU