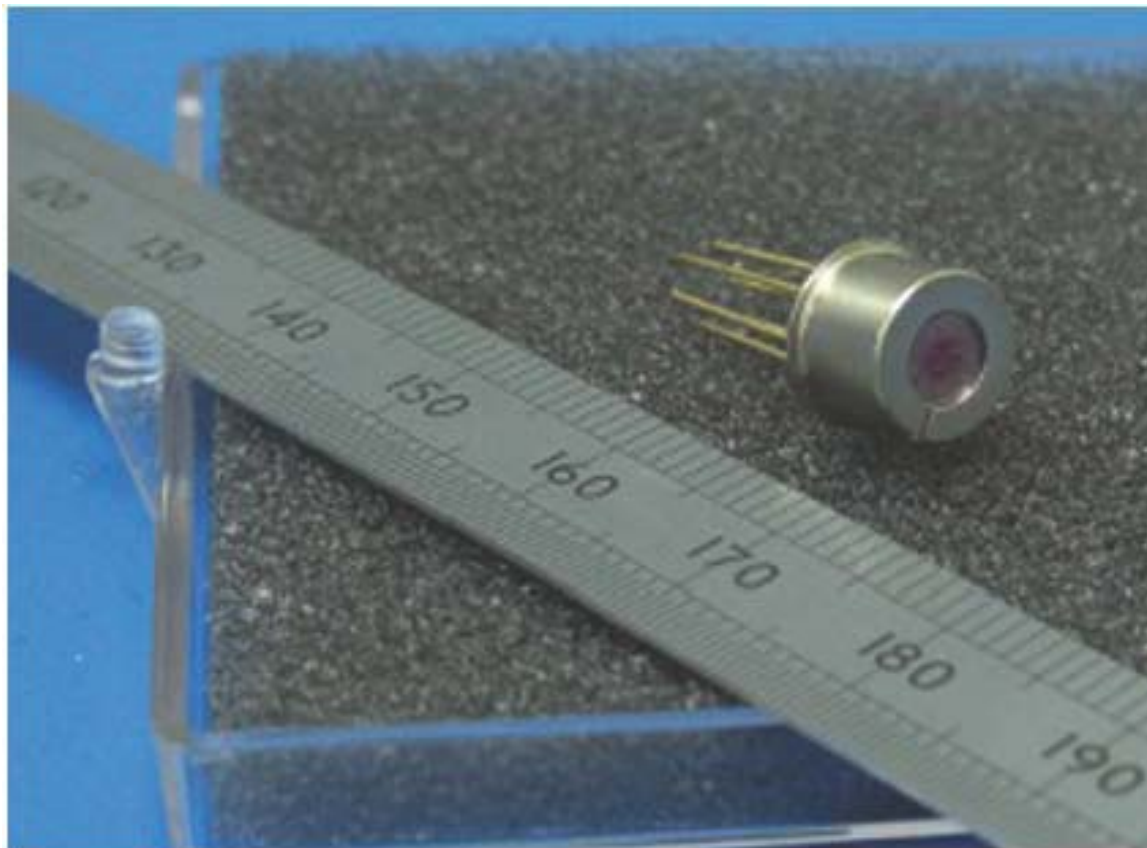


Диодные лазерные системы в газовых измерениях

Применение лазерных диодов для более качественного анализа биогаза



Введение

Анализ биогаза в режиме реального времени приобретает все большее значение с ростом использования анаэробного пищеварения и использования биогаза для получения доходов. Полностью автоматизированные системы газового анализа могут помочь оператору максимизировать количество выходных данных, проверку данных, и предупреждать о параметрах, которые не соответствуют диапазону установленных значений для обеспечения работы завода.

Современные методы измерения могут страдать от ряда проблем. Пересечение помех может повлиять на показания и часто возникает необходимость калибровки.

Электрохимические колбы имеют ограниченный срок службы и могут страдать от влияния других газов. Появление инфракрасных (ИК) диодных лазеров по разумной цене, могут изменить это положение. Лазерные диоды могут быть настроены для измерения только интересующего газа, и диодные лазерные системы обладают большой стабильностью.

Эта статья объясняет причины повышения производительности систем на лазерных диодах и что это может означать для операторов в будущем, когда такие системы станут доступны.

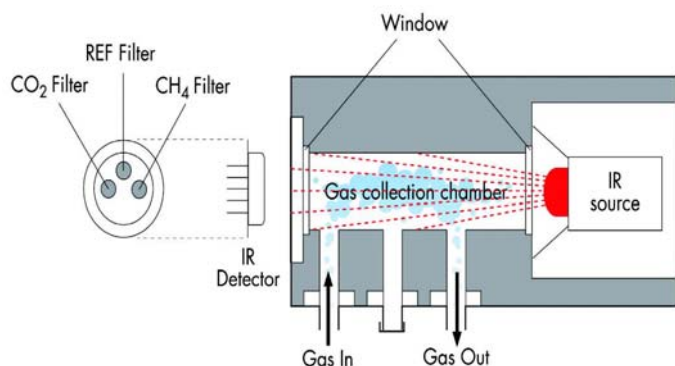
Почему анализ биогаза?

Биогаз может быть произведен с помощью многих процессов. В пределах промышленности отходов есть два главных процесса – это закапывание мусора и анаэробное брожение. Использование анаэробного брожения для многих типов органических отходов быстро растет, и получаемый биогаз может быть использован для выработки электроэнергии.

При разложении органических отходов можно производить ряд газов. Два основных газа - метан и двуокись углерода. Также могут быть получены многие другие газы, в зависимости от вида отходов, и условий окружающей среды.

Есть ряд причин, почему измерения концентрации газа важны при производстве. >

Рисунок 1. Устройство измерительной техники



Процесс измерения

Измерение концентрации метана может дать гарантии того, что процесс протекает правильно. Если процесс в анаэробном реакторе пойдет не верно, то процесс восстановления работоспособного состояния может быть очень дорогим и трудоемким. Улучшенный контроль процесса поможет оператору избежать проблем и максимально повысить эффективность предприятия.

Производство электроэнергии

Все чаще биогаз используется для выработки электроэнергии или для продажи. Измерение концентрации метана происходит в двигателях, что может помочь в их управления и эффективности. Сероводород является также важным параметром, и его высокая концентрация может серьезно повредить очень дорогие двигатели.

Удаление H_2S

Проблема имеет место во многих местах, таким образом H_2S скрубберы должны быть использованы, чтобы удалить его, прежде чем газ может быть использован. Это особенно необходимо для анаэробных реакторов, но высокие концентрации H_2S можно также найти на многих местах свалки. Эти скрубберы дороги в использовании, так что знание концентрации H_2S играет важную роль в их эффективном использовании. Кроме того, разумно контролировать газ после скруббера для проверки правильности работы.

Углеродные кредиты

точные измерения метана требуется для мест в рамках Механизма Чистого Развития (МЧР), процесс, в котором углеродные кредиты в настоящее время имеют место. Для больших мест, даже несколько процентов в улучшении точности измерения метана может стоить большую сумму денег.

Соответствие

Газы должны быть измерены на соответствие здоровью и безопасности, в том числе соблюдение требований ЕА по предотвращению загрязнения и контролю (ПЗК).

Современные технологии

Метан и сероводород – два важных газа при эксплуатации биогазовой установки, поэтому мы будем принимать их в качестве примеров для сравнения методов.

Метан

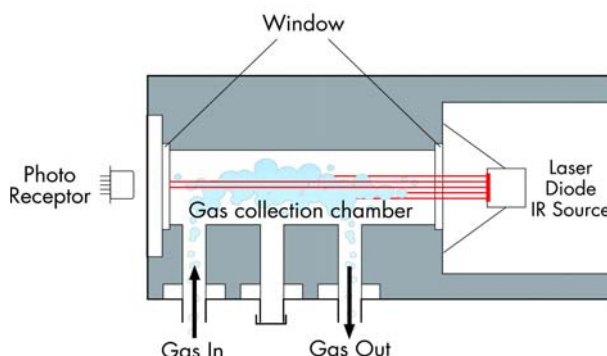
В настоящее время метан обычно измеряется бездисперсионным инфракрасным методом (NDIR - non dispersive infrared). При этом используется поток инфракрасного излучения с длиной волны, лежащей в области поглощения метана. Путем измерения поглощения, концентрация метана может быть определена.

Этот метод широко используется, чему способствует относительно низкая стоимость, и надежность. Он был разработан около 20 лет назад, чтобы обеспечить анализ метана на месте мусорных свалок, т.к. проблема миграции метана с полигона вызвала по меньшей мере два взрыва. С тех пор метод бездисперсионной ИК спектроскопии широко используется как для портативных так и для стационарных анализаторов метана. Типичный датчик NDIR показан на рисунке 1. ИК источник генерирует ИК излучение. Это ИК излучение проходит через газ, где определенное количество будет поглощено. Количество поглощаемого потока зависит от концентрации газа. ИК-детектор находится на другом конце камеры. Поскольку ИК источник находится в широком диапазоне полосы излучения, ИК-излучение должно проходить через фильтр для выбора необходимой длины волны - той, в которой будет поглощена метаном в этом случае. Эта система хорошо работает, но техника NDIR имеет ряд недостатков.

Он может иметь некоторые перекрестные помехи от других газов. Например, при измерении метана также будет ответ от других углеводородов, которые потенциально могут повлиять на показания.

Как правило, принято включение опорного излучения, система может дрейфовать и поэтому требует частой калибровки, установки нуля и диапазона измерения. Для портативных систем это неудобно, в то время как для систем стационарных это означает создание автоматической системы калибровки газовых баллонов и связанных с ними оборудования. Это увеличивает капитальные затраты на систему, а также увеличение текущих расходов на обслуживание. Техника NDIR предназначена для измерения уровня процентного соотношения газов, где минимальные значения концентрации газа могут быть использованы. Для измерения низких концентраций большая длина пути через газ не требуется, и это трудно с техникой NDIR >

Рисунок 2. Измеритель с лазерным диодом



Сероводород

Сероводород обычно присутствует в диапазоне который трудно измерить с помощью ИК спектроскопии. Наиболее распространен метод измерения сероводорода с использованием электрохимической ячейки. Хотя они и низкой стоимости, они имеют ряд недостатков. Электрохимические ячейки могут быть чувствительными к другим газам.

Ячейки также имеют ограниченный срок службы, как правило, год или два, и их срок службы может быть сокращен за счет воздействия большого количества газа. В некоторых ситуациях они могут быть испорчены воздействием других газов, и в результате датчик дает ложные показания. Большинство электрохимических ячеек также требует подачи кислорода, так и в фиксированных системах непрерывного мониторинга их нужно часто очищать с кислородом или воздухом.

Все вышеперечисленное означает, что в то время как электрохимические ячейки являются не дорогими, текущая калибровка и техническое обслуживание являются высокими.

Появление диодных лазеров

Лазерный свет от полупроводникового диода был впервые продемонстрирован в 1962 году. С тех пор много работы пошло на развитие диодных лазеров в коммерческие компоненты, и они широко используются в телекоммуникационной отрасли.

“лазерный диод излучает интенсивное, по направлению движения пучка, ИК-излучение. Оно проходит через газ и регистрируется ИК-детектором. ИК-фильтры не требуются, т.к. как лазерный диод излучает только на одной длине волны”

Развитие ИК-излучающих лазерных диодов заняло больше времени, но они теперь доступны по разумной цене. Теперь есть возможность использовать эти устройства в качестве источников ИК-поглощения. Они обеспечивают ряд преимуществ по сравнению с современными методами, и они будут обсуждаться в следующих разделах.

Система с использованием лазерного диода показана на рисунке 2. Лазерный диод излучает интенсивное, по направлению движения пучка, излучение. Оно проходит через газ и регистрируется ИК-детектором. Лазерный диод излучает только на одной длине волны.

Отсутствие перекрестной помехи газа

Одна из проблем, с NDIR в том, что пропускная способность ИК излучения достаточно велика.

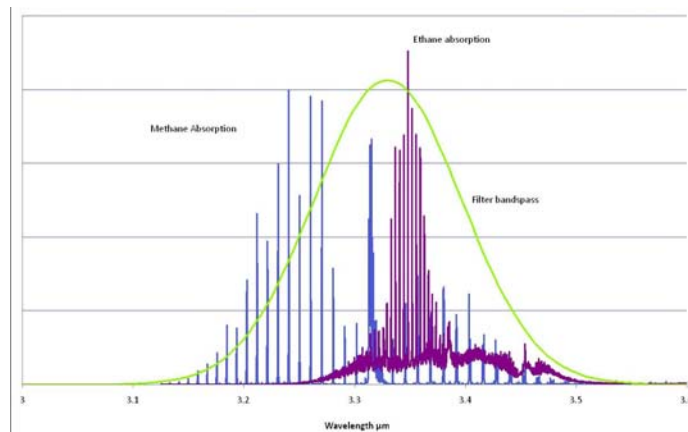
Пропускная способность – это мера в диапазоне длин волн ИК излучения на которое система реагирует. Для NDIR это определяется характеристиками ИК-фильтра.

На рисунке 3 показана ситуация для NDIR. Показаны линии поглощения метана и пик ИК излучения, проходящего через газ. Видно, что длина волны ИК луча была выбрана, чтобы покрыть поглощения метана достаточно хорошо. Также показана полоса поглощения для этана. Она перекрывает диапазон поглощения метана, поэтому составляющие этана в настоящее время также будут выявлены и зарегистрированы как метан.

“NDIR техника имеет пропускную способность около 200 нм, лазерный диод имеет пропускную способность 0.0006nm. Это позволяет детектировать только интересующий газ ”

В самом деле ИК луч будет поглощен многими другими углеводородами, в том числе и метаном, если они присутствуют в газе. К сожалению не возможно уменьшить пропускную способность ИК-луча с техникой NDIR.

Рисунок 3. ИК пики абсорбции и полосовой фильтр



Таким образом концентрация метана может зависеть от присутствия других газов, в частности, других углеводородов.

Диодный лазер генерирует ИК-излучение с достаточно узкой полосой пропускания. Хотя NDIR техника имеет пропускную способность около 200 нм, лазерный диод имеет пропускную способность 0.0006nm.

Эта узкая пропускная способность может быть использована для выбора только интересующего газа. Общее поглощение метаном на самом деле состоит из множества тонких отдельных линий, как показано на рисунке 3. С диодом лазерного источника можно настроить лазерный диод только на одну из этих линий.

Выбор линии будет зависеть от того, что другие газы присутствуют в образце, но, как правило, можно найти диапазон, где нет других линий от других газов в образце. Рисунок 4 показывает такие области спектра, где линии метана присутствуют, но нет линий этана. Таким образом, техника на основе лазерных диодов застрахована от помех, возникающих от других газов. >

Настройка длины волны

Другим важным преимуществом лазерного диода является то, что он может быть настроен в диапазоне длин волн. Рисунок 4 показывает, индивидуальный пик поглощения метана. Даже для этого узкого пика, лазерный диод имеет пропускную способность в несколько сотен раз уже. Сканирование может осуществляться быстро и может проводиться для каждого чтения из анализатора, скажем, каждую секунду. Почему это дает преимущество? Одним из основных является то, что измерения поглощения получены на

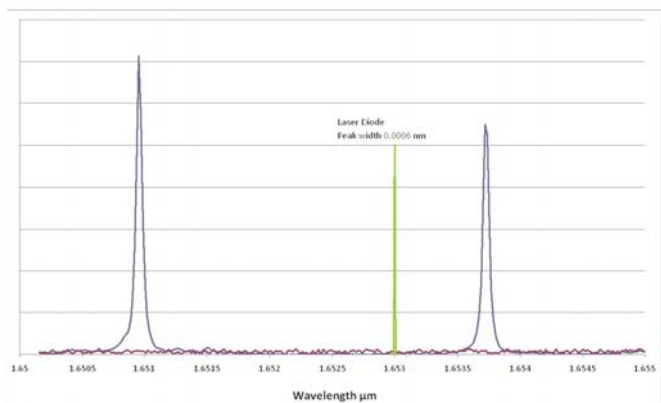


Рисунок 4. ИК пики абсорбции для лазерного диода Голубой - метана Красный - этан

максимуме и минимуме спектральной полосы поглощения. То есть, измерение производится там, где поглощение является максимальным, и измерение также получают там, где нет поглощения. Анализатор имеет опорный луч, настроенный на минимум полосы поглощения. Кроме того это измерение производится тем же источником, детектором, электроникой, и т.д. Любое смещение или деградации сигнала из-за этих компонентов будет скомпенсировано.

“Измерения поглощения получены на максимуме и минимуме спектральной полосы поглощения. Измерение производится там, где поглощение является максимальным, и измерение также получают там, где нет поглощения”

По этим причинам диодные лазерные системы являются достаточно устойчивыми. Улучшенная стабильность означает, что системы на лазерных диодах должны требовать гораздо реже выполнения калибровки и проверок.

Система не требует дорогостоящего дополнения системой автоматической калибровки и предоставление калибровочных газов. Еще одним преимуществом технологии сканирования является то, что информация была получена в форме линии. Форма линии будет меняться в зависимости от давления газа и состава газа. Путем измерения формы линий, эти эффекты могут быть компенсированы.

Как настроить длину волны лазерного диода?

Длину волны лазерного диода, можно изменить двумя методами - изменяя температуру и изменяя поток. Изменение температуры - обычно относительно длительный процесс, так как диоду необходимо будет стабилизироваться на новой температуре. Поэтому необходимо держать температурную константу с термoeлектрическим нагревателем или охладителем.

Улучшенная чувствительность

Другим преимуществом диодного лазера есть то, что свет излучается в прямом направлении и гораздо более интенсивен, чем традиционный ИК источник. Легко коллимировать в плотном интенсивном луче. Это позволяет его использовать на большем расстоянии и сохранить необходимую интенсивность в детекторе, что предоставляет возможность низшим уровням газа быть взвешенными.

Использование диодной лазерной системы для измерения водородного сульфида будет давать много преимуществ перед использованием электрохимических ячеек - нет перекрестного вмешательства, никакой замены ячейки, никакой калибровки, менее обслуживаемая, более точные измерения. Конечно, диодная лазерная система для водородного сульфида будет стоить гораздо больше, чем электрохимическая ячейка, но это предоставило бы более точное и надежное измерение концентрации, не воздействуя другими газами, и не имея ограниченного срока службы. Таким образом такие затраты возможно считать приемлемыми для критических ситуаций.

Вода

Биогаз имеет высокое содержание воды, и важно, чтобы это не влияло на измерение концентрации газа. С использованием лазерного диода можно выбрать линии поглощения, где нет линий поглощения воды, и следовательно, не зависеть от содержания влаги в биогазе.

Один диод, многие газы?

Так как длина волны лазерного диода может быть настроена, возможно ли использование одного диода для измерения нескольких газов? К сожалению это не всегда так. Диапазон длин волн, на которые можно настроить диод не велик, и он, как правило, ограничен, чтобы соответствовать определенному диапазону длин волн. Таким образом, всякий газ, как правило, имеет свой собственный лазерный диод. К сожалению, это несколько увеличивает стоимость для детектирования нескольких газов.

Является ли это концом ИК техники и электрохимических ячеек?

Конечно, нет. Лазерные диоды будут иметь роль, где говорилось выше, преимущества имеют важное значение. Однако, диодные лазеры все еще относительно дороги и требуют более сложной оптики и электроники, чем ИК техника.

В настоящее время преимуществом ИК техники является низкая стоимость, надежность, прочность и она используется в тысячи устройств по всему миру. Для большинства из этих устройств недостатки обсуждались выше, и не имеет никакого значения. ИК оборудование будет по-прежнему разрабатываться и совершенствоваться, и быть опорой для контроля биогаза на многие годы, в частности для портативных детекторов. Электрохимические ячейки используются экстенсивно во всем мире для многих устройств. Многие из газов, которые они измеряют, не могут быть определены любой ИК техникой. Для H_2S , диодная лазерная система будет гораздо дороже, чем электрохимическая ячейка и не будет экономична для многих устройств.

Заклучение

Диодные лазеры в ИК спектроскопии достигли стадии, где они могут быть применены в измерении концентрации газов.

Применение современных ИК диодных лазеров в измерении биогаза должно предоставить несколько усовершенствований, в том числе усовершенствованная избирательность и стабильность, и меньшая потребность, в калибровке и проверках.

Свойственная диодным лазерным системам стабильность должна приводить к сокращению в затратах на обслуживание.

Так как затраты на диодные лазеры продолжают падать и методы совершенствуются, мы будем видеть их в увеличивающемся ряду устройств. [n](#)

Автор



Д-р Роджер Райли New Products Introduction (NPI) директор Geotech, где он руководил командой разработчиков за последние 12 лет.

Он принимал участие в разработке всех новых продуктов в течение этого периода, в том числе переносных и стационарных газоанализаторов для свалок, и мониторинга двуокиси углерода.

Предыдущий опыт доктора Райли включает в себя работу в компании Philips в качестве менеджера проектов, развития различных видов аналитических инструментов, включая газовой хроматографии и атомной абсорбции.

www.osedirectory.com/environmental.php

Перевод с англ.: Круш Денис Александрович