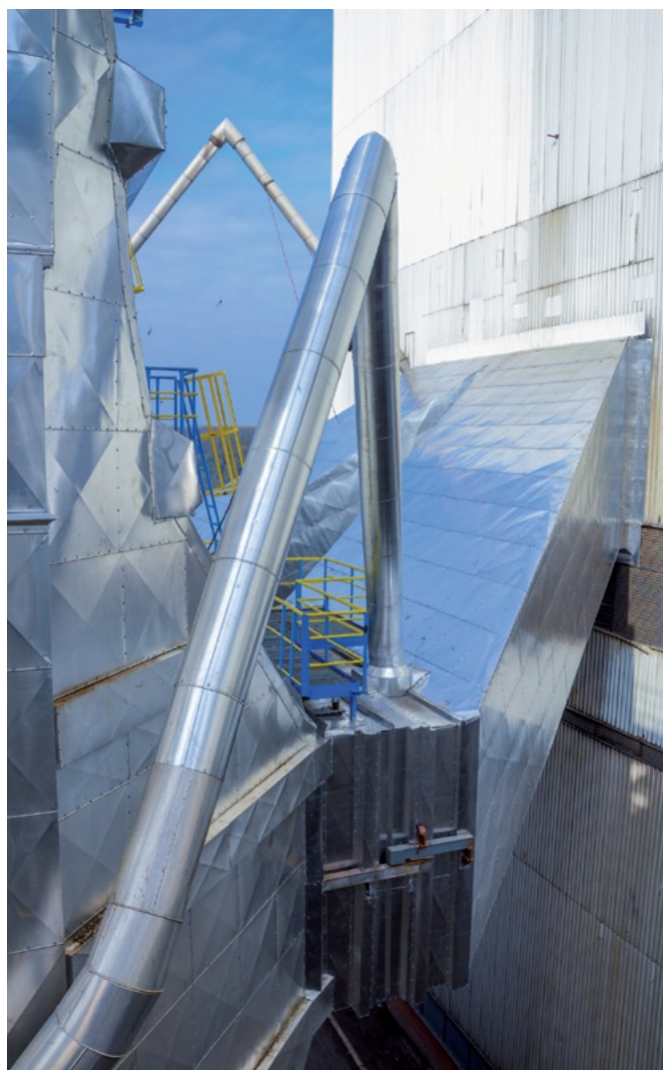


## Лазерные технологии для процессов, не связанных с сжиганием топлива

Благодаря возможности проведения измерений *in situ*, удобству использования и малой потребности в техническом обслуживании, анализаторы окиси углерода на базе перестраиваемого диодного лазера (ПДЛ) находят все большее применение во многих процессах, не связанных со сжиганием топлива, где измерение концентрации CO является важным условием обеспечения безопасности. В этом информационном документе рассматриваются вопросы безопасности систем фильтрации и противопожарных систем, где ПДЛ анализаторы зондового типа позволяют получить дополнительные преимущества.

### Введение

Одним из наиболее значительных достижений в области аналитических измерений в химической и нефтехимической отраслях за последние десять лет стала замена газовых датчиков, требующих использования экстрактивных систем, ПДЛ анализаторами. Благодаря удобству использования, малой потребности в техническом обслуживании, и особенно — возможности выполнения измерений *in situ*, ПДЛ составили прекрасную альтернативу таким неудобным технологиям, отличающимся недостаточным быстродействием, как парамагнитные измерители концентрации кислорода и недиспергирующие инфракрасные детекторы (NDIR).



Область применения технологии ПДЛ продолжает расширяться по мере ее совершенствования. Использование ПДЛ для анализа  $O_2$ ,  $CO$  и других газов обеспечивает повышение безопасности и эффективности самых различных процессов в обрабатывающих отраслях промышленности. В этом информационном документе рассматриваются преимущества применения ПДЛ-анализаторов  $CO$  зондового типа в двух процессах, не связанных с сжиганием топлива.

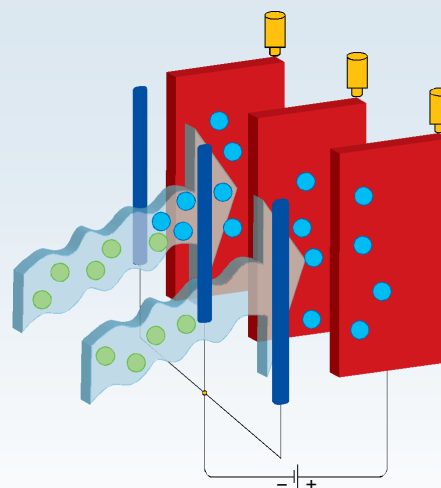


Рис. 2. Принцип действия электростатического фильтра.

## 01 | Взрывозащита в электростатических фильтрах

### Производственный процесс

На предприятиях по сжиганию отходов, в нефтехимической, целлюлозно-бумажной, цементной и теплоэнергетической отраслях промышленности, используются тысячи процессов, производящих огромное количество аэрозолей, пыли, уноса или несвязанных частиц чистых веществ, таких как свинец, кадмий и сера. Эти частицы необходимо удалить из процесса, чтобы обеспечить соблюдение экологических норм, касающихся выбросов, и предотвратить потенциально опасное локальное загрязнение территории предприятия.

Для этого во многих случаях используют большие поточные фильтры, установленные между зоной сжигания или технологическими реакторами и вытяжной либо дымовой трубой. В качестве таких фильтров могут использоваться фильтрующие элементы, например матерчатые (пылеуловительные камеры), или, чаще, более

эффективные электростатические устройства, которые называют электростатическими фильтрами (ESP) (см. рис. 1).

Электростатический фильтр конструктивно представляет собой систему металлических трубок и пластин, между которыми создается электростатическое поле высокой напряженности. Частицы, попадающие в фильтр, сначала проходят между отрицательно заряженными трубками и приобретают отрицательный заряд. После этого частицы оседают на поверхностях положительно заряженных или заземленных пластин (см. рис. 2). Пластины периодически встряхивают с помощью электрических или пневматических вибраторов, чтобы собрать осевшие на них частицы и безопасно утилизировать их. Периодичность очистки пластин зависит от интенсивности пылеобразования и составляет, как правило, от 5 до 10 мин.

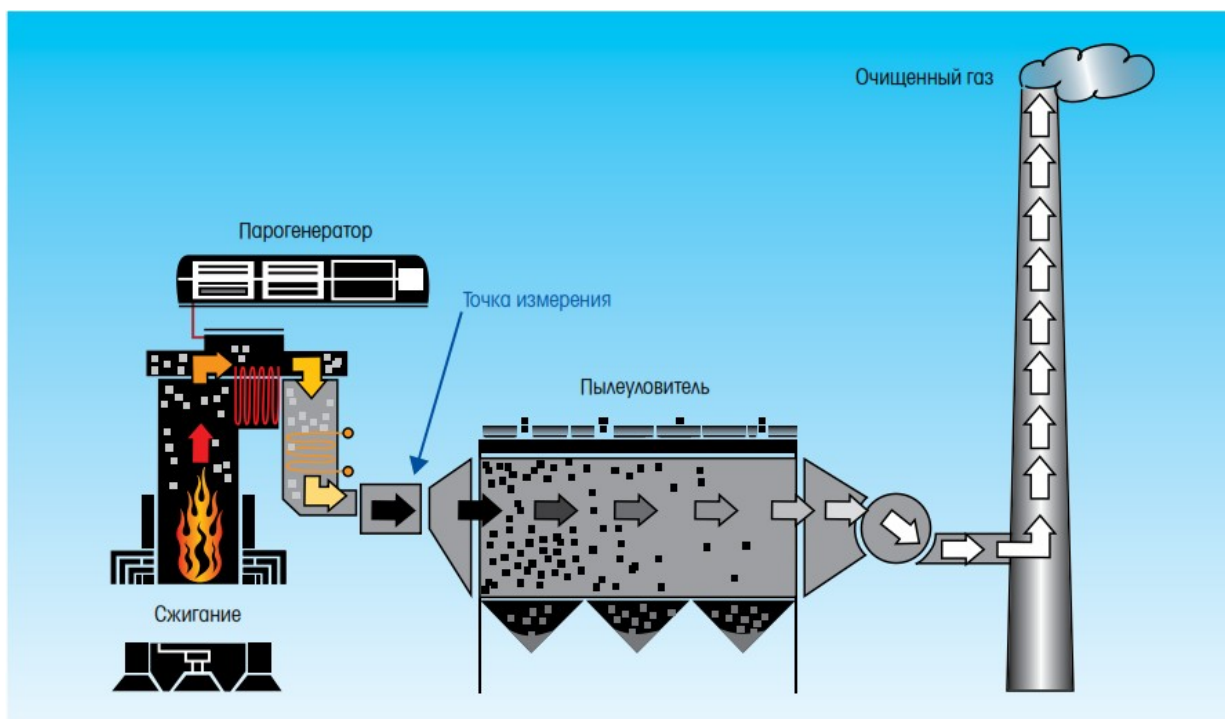


Рис. 1. Электростатический фильтр в технологическом процессе сжигания топлива.

При условии надлежащего обслуживания электростатический фильтр способен задерживать до 99,9% аэрозольных частиц. Таким образом, электростатический фильтр представляет собой эффективную, высокопроизводительную и надежную систему фильтрации, не требующую замены или обслуживания фильтрующих материалов. Применение такой системы позволяет повысить надежность технологического процесса и снизить эксплуатационные затраты.

### Опасность взрыва

Наряду с многочисленными преимуществами, электростатическим фильтрам присущ такой недостаток, как возможность образования взрывоопасной атмосферы внутри фильтра. Из-за наличия высокой разности потенциалов между элементами фильтра необходимо исключить присутствие в фильтре потенциально горючей окиси углерода в концентрациях, превышающих нижний предел взрываемости (НПВ), который равен приблизительно 12,5%. В противном случае коронный разряд, т. е. искра, "проскакивающая" между разноименно заряженными элементами фильтра, может воспламенить газообразную окись углерода. Для обеспечения безопасности в систему закладывают очень большой коэффициент запаса.

Как правило, уставку аварийного отключения электростатического фильтра программируют на уровнях концентрации CO от 1 до 3%. Для контроля концентрации CO необходимо использовать анализатор окиси углерода, установленный на входе электростатического фильтра.

Скорость газа в технологическом потоке во многих случаях может достигать больших значений, поэтому важно, чтобы анализ концентрации CO производился за минимально возможное время. Если анализ производится медленно, повышается вероятность того, что к моменту, когда анализатор обнаружит опасную концентрацию CO, взрывоопасная газовая смесь уже достигнет электростатического фильтра. Такое измерение представляет собой сложную задачу для экстрактивных технологий, таких как NDIR-анализаторы, поскольку задержка системы пробоотбора в сумме со временем отклика измерительного контура анализатора может давать задержку в измерении концентрации CO в диапазоне от 30 до 45 с.

### Недостоверность данных, получаемых экстрактивными системами

Для того чтобы компенсировать эту задержку и обеспечить запас времени, необходимого для доставки репрезентативной пробы к анализатору, отбор пробы в экстрактивных измерительных системах приходится производить с большим упреждением. Кроме того, в некоторых производственных процессах перед электростатическим фильтром может быть установлено какое-либо вспомогательное оборудование, например мельницы или пульверизаторы, через которые в технологическую среду поступает воздух, снижающий концентрацию CO. Если анализатор экстрактивного типа должен быть установлен до этих агрегатов, измеряемое значение концентрации CO в точке отбора пробы может оказаться намного выше, чем на входе электростатического фильтра.

Типичные данные по содержанию основных компонентов и параметрам потока на входе электростатического фильтра:

Газ	Типичная концентрация
Окись углерода	0 – 3 % (уставка сигнализации 1 – 3 %)
Двуокись углерода	10 – 15 %
Азот	85 – 90 %
Типичная температура газа	40 – 200 °C
Типичное давление газа	от 800 до 2000 мбар абс.
Требуемое время отклика	< 2 с T90

Электростатические фильтры используются во многих отраслях промышленности, в том числе:

- в электроэнергетической
- в цементной
- в нефтехимической
- в металлургической
- в целлюлозно-бумажной

### Преимущества использования ПДЛ:

- Исключение опасности взрыва в электростатическом фильтре.
- Сокращение частоты необоснованных отключений электростатического фильтра.
- Увеличение продолжительности периодов безопасной работы электростатического фильтра при повышенных уровнях концентрации CO.
- Сокращение неотфильтрованных выбросов и снижение нагрузки на окружающую среду.
- Обеспечение соответствия экологическим нормативам.

Это может привести к ложным отключениям электростатического фильтра в результате превышений концентрации CO в точке измерения, последствиями чего будут не только потери из-за недополученной продукции и прерывания процесса, но и возможный отзыв лицензии из-за нарушения норм выбросов.

### Измерение *in situ* обеспечивает получение репрезентативных результатов

Таким образом, в описываемом случае анализ должен выполняться очень быстро и как можно ближе ко входу электростатического фильтра. На практике анализ *in situ* является предпочтительным методом во всех случаях, когда измерения выполняются непосредственно в технологической среде. Кроме того, датчик / анализатор должен обладать избирательностью по отношению к CO, чтобы исключить ложные срабатывания, вызванные обнаружением фоновых газов.

Первым опытом технологии измерения на входе электростатического фильтра стали ИК-анализаторы разнесенного типа. В этих приборах ИК-луч с определенной длиной волны проходит через поток газа и попадает в оптический детектор, установленный на газоходе в диаметральной противоположности по отношению к излучателю. Наличие CO в газовой смеси приводит к ослаблению ИК-излучения, регистрируемого детектором. Анализатор вычисляет концентрацию CO по степени ослабления излу-

чения. Недостаток этих приборов заключается в их высокой чувствительности к содержанию твердых частиц в газоходе, что составляет большую проблему, учитывая природу решаемой задачи.

Некоторые производители, признавая существование проблемы с высокой концентрацией твердых частиц, вынуждены были рекомендовать установку анализаторов за электростатическим фильтром. Такое решение далеко от идеала, поскольку цель состоит в том, чтобы обнаружить опасную концентрацию CO в потоке газа до того, как он достигнет электростатического фильтра. Производители аргументируют свою позицию тем, что концентрация CO, как правило, повышается медленно, поэтому отключение электростатического фильтра может быть произведено до возникновения опасности взрыва. Такой компромисс в системе обеспечения безопасности потребовал бы очень большого коэффициента запаса, ведущего к повышению эксплуатационных затрат для любого предприятия, рассматривающего возможность установки подобного оборудования.

### ПДЛ-анализаторы удовлетворяют всем требованиям

Газоанализаторы на перестраиваемых диодных лазерах, напротив, соответствуют всем требованиям в отношении скорости отклика и точности, а также, что самое важное, способны работать в насыщенной пылью газовой смеси на

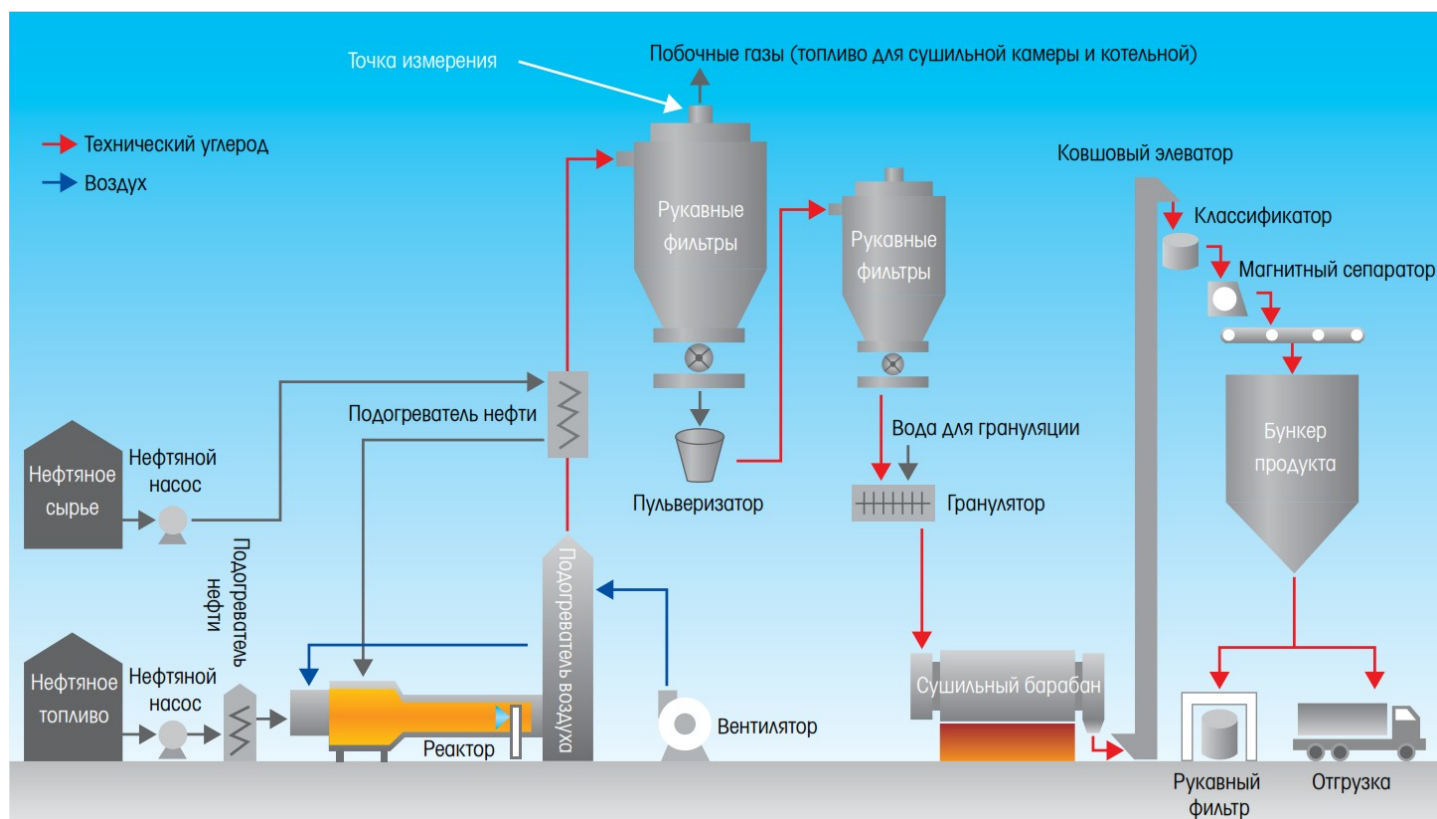


Рис. 3. Производство технического углерода.

**Типичные данные по содержанию основных компонентов и параметрам отходящего газа на выходе рукавных фильтров в производстве технического углерода**

Газ	Типичная концентрация
Окись углерода	от 250 до 2000 млн <sup>-1</sup> (диапазон 0 – 1 %)
Кислород	21 %
Азот	78 %
Давление	от 1000 до 1100 мбар абс.
Температура	100 – 200 °С
Пыль (технический углерод)	до 50 г/м <sup>3</sup>
Требуемое время отклика	< 2 с T90

входе электростатического фильтра. Поэтому неудивительно, что взрывозащита электростатических фильтров стала одной из основных областей применения поточных ПДЛ анализаторов СО.

Большинство используемых в настоящее время ПДЛ-анализаторов имеют разнесенную конструкцию и требуют наличия двух диаметрально расположенных отверстий в газоходе. К другим недостаткам такой конструкции относятся необходимость точной взаимной юстировки блоков приемника и передатчика, а также значительный расход газа продувки. Однофланцевый ПДЛ анализатор окиси углерода зондового типа, такой как MOD-500 TDL, обладает всеми преимуществами технологии ПДЛ и лишен недостатков, связанных с высокой стоимостью газа продувки, сложностями монтажа и юстировки, присущих приборам разнесенного типа.

## 02 Пожарная безопасность в производстве технического углерода

### Производственный процесс

Технический углерод (свободный углерод в форме мелкодисперсных гранул аморфной структуры) широко применяется в производстве красителей, смол, электропроводных пленок, износостойких резиновых смесей и автомобильных покрышек. Так, средняя автомобильная покрышка содержит свыше 3,5 кг технического углерода.

Существует несколько различных методов производства технического углерода, различающихся по характеристикам и свойствам конечного продукта. Наибольшее распространение

### Преимущества использования ПДЛ:

- Быстрое обнаружение первых признаков возгорания в отделении рукавных фильтров.
- Раннее обнаружение тления.
- Минимальные требования к техническому обслуживанию (нет системы пробоподготовки).
- Повышение эффективности и безопасности производства.

получил печной способ, обеспечивающий высокую производительность и возможность точного управления такими свойствами, как размеры и физическая структура частиц.

При печном способе производства продукт получают в пиролизных реакторах в результате неполного сгорания углеводородного сырья нефтяного или каменноугольного происхождения в воздушной среде при высокой температуре (от 700 до 900 °С). Для получения максимального выхода продукта реакцию останавливают в строго определенный момент времени путем охлаждения аэрозоля водой. Горячий газ, выходящий из реактора, содержащий некоторое количество горючих веществ, сначала используется в воздухоподогревателе для подогрева поступающего воздуха, а затем — для подогрева сырья, что повышает энергетический КПД установки.

Сажегазовая смесь из реактора поступает в главное фильтровальное отделение, где с помощью рукавных фильтров отделяют и собирают технический углерод; очищенные газы дожигают в котельной.

### Важное измерение

В нормальном режиме отходящий газ на выходе рукавных фильтров содержит небольшое количество СО. Но в случае возгорания в рукавных фильтрах концентрация СО в газе стремительно нарастает. При возникновении такого возгорания быстрый отклик анализатора СО, выполняющего измерение *in situ* на выходе рукавных фильтров, обеспечит выдачу аварийного сигнала, который позволит своевременно ликвидировать пожар до того, как он разрастется до масштабов серьезного происшествия. Это

измерение является ключевым с точки зрения безопасности в печном производстве технического углерода.

Высокое содержание пыли и требуемое малое время отклика исключают возможность использования экстрактивных систем. Системы пробоподготовки экстрактивных систем сложны и требуют ежедневной или еженедельной очистки входных фильтров. Кроме того, задержка между моментом отбора пробы и получением сигнала анализатора может достигать нескольких минут, которых будет достаточно для разрастания пожара.

#### **ПДЛ-анализаторы обеспечивают безопасность процесса**

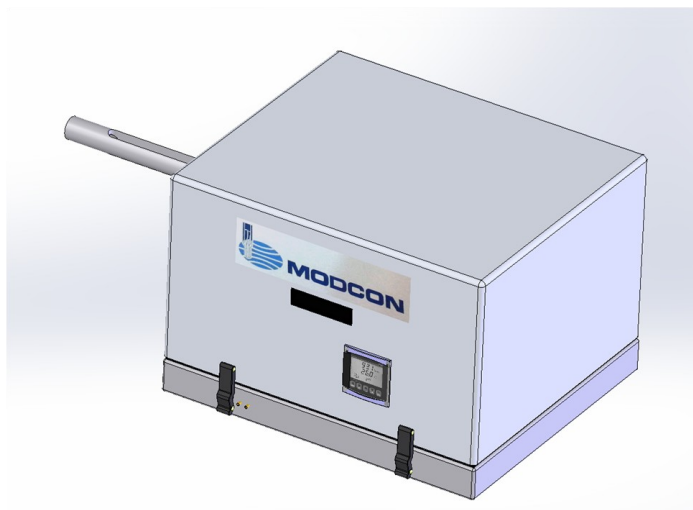
И в этом случае возможность измерения *in situ*, малое время отклика и защита от пыли позволяют с успехом использовать технологию ПДЛ.

Продуманная конструкция зондов MOD-500 TDL еще более повышает привлекательность технологии ПДЛ благодаря однофланцевой установке, отсутствию необходимости юстировки, пониженному расходу газа продувки и минимальным требованиям к техническому обслуживанию.

#### **Заключение**

Благодаря высокой точности, малому времени отклика и долговременной надежности ПДЛ анализаторы окиси углерода в последние годы вытеснили экстрактивные системы измерения из многих сфер контроля полноты сгорания. Эти же преимущества новых приборов, избавленных от врожденных пороков традиционных экстрактивных и *in situ* NDIR-анализаторов, могут быть с успехом использованы для контроля содержания окиси углерода во многих процессах, не связанных с сжиганием топлива.

ПДЛ датчики зондового типа еще более повышают привлекательность новой технологии, избавляя от необходимости юстировки датчиков в газоходе и сокращая потребность в газе продувки, что обеспечивает существенное снижение совокупной стоимости владения. Постоянно расширяющаяся область применения ПДЛ анализаторов CO все более укрепляет репутацию этой технологии благодаря ее удобству, высокой эффективности и универсальности.



ПДЛ-датчик окиси углерода MOD-500 TDL