



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

Разрабатывает и производит простые, надежные и долговечные стационарные беспроборотборные твёрдозлектролитные газоанализаторы кислорода (кислородомеры) нашедшие широкое применение в отечественной и зарубежной энергетике, металлургической, химической и стекольной промышленности.

Изготавливает малые серии керамических изделий различной формы и назначения, в том числе конструкционную, электроизоляционную и теплоизоляционную керамику.

Специалистами АО «ЭКОН» разработаны и выпускаются серийно установки для производства технической керамики методом горячего шликерного литья под давлением и литья керамической плёнки.

Стационарный твёрдозлектролитный газоанализатор кислорода ЭКОН

для работы при температурах от +25 до 760 °С

предназначен для непрерывного дистанционного беспроборотборного измерения содержания кислорода в газовых средах технологических установок, работающих на различных видах углеводородного топлива (природный газ, мазут, уголь, сланцы), а также в различных инертных газовых средах

прибор может комплектоваться не только керамическим фильтром, но и фильтром из пористой нержавеющей стали. Он обладает повышенной прочностью и износостойкостью в условиях абразивного воздействия механических частиц в газовой фазе

срок службы чувствительного элемента:
от 5 (анализ дымовых газов ТЭС на мазуте)
до 10 и более лет (ТЭС на газе)
средний срок службы датчика
– не менее 5 лет
срок службы блока электроники
– 10 лет
гарантийный срок эксплуатации
– 2 года



Стационарный твёрдозлектролитный высокотемпературный газоанализатор кислорода ЭКОН-ВТ

для работы при температурах от +25 до 1600 °С

для непрерывного дистанционного беспроборотборного измерения содержания объёмной доли кислорода в процессе горения органического топлива в стекловаренных, металлургических, мусоросжигательных печах, печах обжига керамики и других топливосжигающих установках в условиях высоких температур

прибор комплектуется установочным устройством с трубой из керамики или жаропрочной стали



срок службы чувствительного элемента - от 5 до 10 лет
срок службы установочного устройства датчика – 1 год
срок службы блока электроники – 10 лет
гарантийный срок эксплуатации – 1 год

ТЕХНИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА

исследования, технологии, производство

Предприятием осуществляется полный цикл производства:

- разработка технологии изготовления детали по чертежам заказчика;
- разработка необходимой технологической оснастки;
- подготовка исходного порошка и придание ему требуемых химических и физических свойств и качества;
- предварительное формообразование детали;
- термообработка (отжиг) детали для придания требуемых свойств материалу и изделию;
- конечная механическая обработка детали для получения точных размеров и требуемой шероховатости поверхности



Используемые материалы:

- вакуумплотная корундовая керамика;
- корундовая керамика с контролируемой сквозной пористостью;
- диоксид циркония ZrO_2 с различной степенью стабилизации оксидом иттрия Y_2O_3 ;
- оксид магния MgO ;
- соединения на основе оксида алюминия, оксида магния и диоксида циркония: алюмомагнезиальная шпинель $MgAl_2O_4$; муллит $3Al_2O_3 \cdot SiO_2$; форстерит $2MgO \cdot SiO_2$; циркон $ZrSiO_4$;

Установка горячего шликерного литья ЭКОН-УГШЛ

специалистами НПП «ЭКОН» разработана, запатентована и успешно реализуются на российском рынке установка горячего шликерного литья, предназначенная для формования керамических изделий из шликеров на основе порошков оксидов и других материалов, а также их соединений с использованием термопластического связующего, методом горячего шликерного литья под давлением



Установка литья керамической плёнки ЭКОН-УЛКП

предназначена для литья на движущуюся подложку тонкой плёнки из керамического шликера на основе минеральных порошков и связующего - поливинилбутирала.

установка обеспечивает получение плёнки шириной 100 мм и толщиной от 0,1 до 0,5 мм, а также ее просушивание. Толщину получаемой керамической плёнки можно регулировать путём изменения зазора фильеры и скорости протягивания подложки.



Беспробоотборный и пробоотборный контроль кислорода в дымовых газах



В статье сравниваются два типа приборов для определения содержания остаточного кислорода в отходящих газах при сжигании органического топлива: пробоотборные и беспробоотборные газоанализаторы. Объяснены особенности их работы, причины расхождений в показаниях приборов. Представлен стационарный твердоэлектродный газоанализатор «ЭКОН», производящий измерения непосредственно в дымовом газе, без забора пробы, перечислены его преимущества.

АО «ЭКОН», г. Обнинск

Важнейшим контролируемым параметром при сжигании органического топлива (газа, мазута, угля) в котлоагрегатах и печах различного назначения является содержание остаточного кислорода в отходящих газах. Контроль этого параметра и поддержание его на оптимальном уровне позволяет минимизировать расход топлива и выброс экологически вредных веществ, увеличивает срок службы оборудования.

Содержание кислорода в дымовых газах определяется газоанализаторами с разными принципами действия и конструкцией, но с точки зрения подготовки пробы можно выделить две основные группы: пробоотборные и беспробоотборные. И если к беспробоотборным можно отнести только стационарные приборы непрерывного действия с чувствительным элементом на основе твердого электролита, который расположен на конце зонда и находится непосредственно в среде дымовых газов (например, газоанализатор кислорода «ЭКОН»), то к пробоотборным приборам относятся все остальные: и стационарные, и переносные, непрерывного и периодического действия, с использованием различных чувствительных элементов, основанных на разных физических принципах.

Специалистам АО «ЭКОН» часто приходится слышать вопрос от служб эксплуатации ТЭС и котельных: в чем причина расхождения показаний между пробоотборными и стационарными

беспробоотборными газоанализаторами?

Среди причин расхождения в показаниях можно выделить несколько:

- ▶ подсос кислорода воздуха пробоотборным прибором из-за плохого уплотнения в соединении линии или трещин в шланге;
- ▶ другая точка измерения пробоотборным прибором (по отношению к стационарному прибору) как по длине выпускного тракта, так и по сечению. При этом может быть подмес наружного воздуха и некачественное смешивание потока дымового газа по сечению дымохода;
- ▶ наложение суммарной погрешности измерений приборов;

▶ погрешность «сухого» метода измерения пробоотборным прибором при конденсации водяного пара в дымовых газах при снижении температуры пробы ниже точки росы.

Наиболее вероятной представляется последняя причина, связанная с влажностью дымовых газов.

Принципиальное различие пробоотборных и беспробоотборных приборов заключается в температуре исследуемого дымового газа, в котором проводится измерение O_2 , поскольку от этой температуры зависит агрегатное состояние важнейшей составляющей дымового газа — водяного пара (воды). Объемное содержание водяного пара в дымовых газах при сгорании природного газа может достигать 17,0...23% об., что соответствует точке росы такого дымового газа 57...63 °С.

Чувствительный элемент беспробоотборного прибора «ЭКОН» размещен на конце погружного зонда и производит измерение непосредственно в дымовом газе при высокой температуре (150...500 °С и выше), что значительно выше температуры точки росы в данной среде. Пробоотборные датчики, чувствительные элементы которых расположены на удалении, снабжены линиями отбора пробы, по которым при прохождении дымового газа происходит конденсация водяного пара и осушение пробы. Таким образом, измерение содержания кислорода может осуществляться как в исходном дымовом газе в присутствии водяного пара («влажный» метод



▲ Михаил Ефимович Чернов, главный инженер АО «ЭКОН», автор статьи



Рис. 1. Стационарный газоанализатор кислорода «ЭКОН»

измерения), так и в осушенном дымовом газе («сухой» метод измерения).

Водяной пар непосредственно не влияет на измерение кислорода и показания газоанализаторов. Но, как уже было сказано, при охлаждении пробы дымового газа до температуры ниже точки росы происходит конденсация водяного пара, и, в соответствии с законом Дальтона, при постоянном общем давлении парциальное давление остальных компонентов дымового газа, в том числе и кислорода, увеличивается пропорционально уменьшению доли водяного пара.

Таким образом, очевидна разница в показаниях, обусловленная разными способами измерения: по «влажному» и «сухому» базису.

Разница в измерении определяется содержанием водяного пара. Зависимость описывается формулой: $\varphi_{i\ dry} = \varphi_{i\ wet} / (1 - \varphi_{H_2O})$, где: $\varphi_{i\ dry}$ – концентрация компонента отработавшего газа в «сухой» пробе; $\varphi_{i\ wet}$ – концентрация компонента отработавшего газа во «влажной» пробе; φ_{H_2O} – концентрация воды в пробе.

Например, при измерении по «влажному» базису (стационарным

газоанализатором) получено значение остаточного кислорода 2% об., при этом, предположим, влагосодержание составляет 20% об. Тогда при измерении в этой же среде показания пробоотборного газоанализатора составят: $2\% / (1 - 0,2) = 2,5\%$. Таким образом, получаются расхождения в показаниях: беспробоотборный газоанализатор «ЭКОН» покажет 2%, переносной пробоотборный – 2,5% кислорода.

В обоснование вышесказанного специалистами АО «ЭКОН» и Костромской ТЭЦ-2 были проведены работы по сравнению показаний стационарного твердоэлектролитного газоанализатора «ЭКОН» (рис. 1) с показаниями двух пробоотборных переносных газоанализаторов в ходе измерения содержания остаточного кислорода на энергетическом котле БКЗ-210-140 № 1. Все газоанализаторы, как стационарный «ЭКОН», так и пробоотборные, являлись средствами измерения, были откалиброваны по поверочным газовым смесям и соответствовали своим паспортным данным и заявленным техническим характеристикам.

Два газоанализатора «ЭКОН» были установлены в шунтовые трубы котла еще в 2013 году, где и работают по настоящее время. При периодических контрольных замерах пробоотборным переносным газоанализатором через пробоотборную трубку, входящую в шунтовую трубу в непосредственной близости от датчика «ЭКОН», наблюдалось различие в показаниях по содержанию кислорода по сравнению с газоанализатором «ЭКОН».

Результаты нескольких проведенных замеров представлены в табл. 1, технические и конструктивные характеристики газоанализаторов «ЭКОН» – в табл. 2 и 3.

Необходимо отметить, что в процессе работы котла значение содержания остаточного кислорода постоянно меняется в некотором интервале, при этом невозможно точно определить разницу в показаниях в конкретный

Таблица 1. Результаты контрольных замеров содержания кислорода, выполненных пробоотборными газоанализаторами и газоанализатором «ЭКОН»

Датчик	Стационарный «ЭКОН» № 1	Пробоотборный № 1	Пробоотборный № 2	Стационарный «ЭКОН» № 2	Пробоотборный № 1	Пробоотборный № 2
Содержание кислорода, % об.	2,2...2,4 2,2...2,3	2,8...3,1 2,7...3,0	2,8...3,1	1,9...2,4	2,2...2,5	2,4...2,5

Таблица 2. Основные технические характеристики газоанализатора «ЭКОН»

Характеристики	Реализация в приборе
Содержание кислорода в анализируемой газовой смеси, % об.	0,1...25
Температура контролируемой среды, °С	25...760
Давление контролируемой среды (избыт.), кПа	-3,9...4,4
Скорость потока контролируемой среды, м/с	0...15
Запыленность контролируемой среды, г/м ³	До 100
Температура окружающей среды (клеммная головка датчика), °С	-30...+70
Температура окружающей среды (электронный блок), °С	+5...+50
Относительная влажность окружающей среды, %	До 95 при t = 35 °С
Предел допускаемой основной погрешности: • в диапазоне измерения 0,1...2,5 % O ₂ • в диапазоне измерения 0,1...5 % и 0,1...10 % O ₂	0,1 об. 2,5
Время установления 90 % сигнала T _{0,9DR} , с	10
Питание 220 В, 50 Гц, потребляемая мощность, Вт, не более	150
Масса электронного блока, кг, не более	5

Таблица 3. Основные конструктивные характеристики газоанализатора «ЭКОН»

Параметр	Стандартные типоразмеры					
	А	В	С	Д	Е	Ф
Длина погружной части датчика, мм	340	500	800	1000	1270	2000
Общая длина датчика, мм	620	780	1080	1280	1550	2280
Диаметр погружной части датчика, мм	57					
Диаметр крепежного фланца датчика, мм	140					
Масса датчика, кг	3,1	3,5	4,3	4,7	5,5	7,6
Длина соединительного кабеля между датчиком и блоком электроники, м	До 80					
Длина кабеля от блока электроники до АСУ ТП или другого приемника информации, м	300					

момент времени. Однако, как видно из табл. 1, разница в показаниях между стационарными и пробоотборными приборами на котле составляет примерно 0,4...0,7 % об. При этом показание пробоотборных приборов всегда больше показаний стационарного.

Совместный контроль на содержание O₂ в поверочной газовой смеси (ПГС) из баллона вне котла на основании нескольких измерений показал удовлетворительное совпадение результатов, показанных разными газоанализаторами. Содержание кислорода в данной ПГС составляло 4,57 % об., расход – 20...30 л/ч. Стационарный газоанализатор ЭКОН № 1 показал 4,6...4,8 % об., пробоотборный № 1 – 4,8...5,0 % об.

Некоторая разница в измеренных значениях при измерении кислорода в ПГС объясняется погрешностью пробоотборного прибора № 1, которая составляет ±0,2 % об., или подсосом кислорода из воздуха.

Данные практические измерения подтверждают влияние конденсации

водяного пара на содержание остаточного кислорода в дымовых газах в случае измерения по «сухому» базису.

Правомерность и регламент определения содержания компонентов как по «сухому», так и по «влажному» базису определяются в нормативных документах, например ГОСТ Р ИСО 11042-1-2001 «Установки газотурбинные. Методы определения выбросов вредных веществ», п. 9.2 «Соотношение между концентрациями в «сухой» и «влажной» пробах отработавшего газа» и СО 34.02.320-2003 «Методические указания. Организация контроля газового состава продуктов сгорания стационарных паровых и водогрейных котлов», п. 9.4.

Резюмируя все сказанное, можно заключить, что, безусловно, целесообразны оба варианта измерения. Измерение по «сухому» базису пробоотборными приборами необходимо при наладках и регламентных работах, периодических проверках, экологическом контроле. Измерение по «влаж-

ному» базису незаменимо при непрерывном технологическом контроле, ручном и автоматизированном управлении топливосжигающим агрегатом.

Однако наиболее точным необходимо считать метод измерения по «влажному» базису, поскольку при его использовании не требуется рассчитывать или измерять влагу и вводить поправку на изменение состава дымового газа при ее конденсации. Кроме того, газоанализаторы с твердотелитным чувствительным элементом, находящимся непосредственно в дымовых газах, обладают дополнительными существенными преимуществами: значительно более высоким быстродействием, простотой в обслуживании и эксплуатации, надежностью. Так, например, газоанализаторы «ЭКОН» имеют срок службы 5–10 лет (в зависимости от условий эксплуатации), гарантию 2 года, срок службы чувствительного элемента, рассчитанный на весь период эксплуатации прибора.

Наша справка

АО «ЭКОН» занимается разработкой и выпуском газоанализаторов с января 1997 года. За это время российским и зарубежным энергетикам, а также предприятиям атомной, химической, деревообрабатывающей и стекольной промышленности поставлены несколько тысяч стационарных газоанализаторов кислорода.

Приборы, выпускаемые АО «ЭКОН», отличаются исключительной точностью показаний, простотой монтажа и обслуживания, надежностью и не имеющей аналогов долговечностью. Нередко можно встретить остающиеся в эксплуатации приборы, срок службы которых превысил 12–15 лет. Прежде всего это обусловлено тем, что на всех приборах марки «ЭКОН» стоят оригинальные, запатентованные твердотелитные сенсоры собственной разработки и производства.

Газоанализаторы «ЭКОН» особенно ценят энергетики, чьи установки работают на «тяжелых» видах углеводородного топлива – угле, сланцах, мазуте, а также на отходах древесного производства. Традиционно велика доля газоанализаторов «ЭКОН» на таких производствах в России, Казахстане и Украине.

М. Е. Чернов, к. т. н.,
главный инженер,
АО «ЭКОН», г. Обнинск,
тел.: +7 (484) 396-6266,
e-mail: econ@econobninsk.ru,
сайт: www.econobninsk.ru