

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia
Departamento de Tecnologia de Emissões de Veículos
Divisão de Programas de Redução da Poluição Veicular
Setor de Fontes Móveis e Ruído

ANALISADORES DE GASES

ARQUIVO TECNICO

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

1992

8304
C338a(RCET)
026993



19385

026993

8304
C338a(RCET)
026994
Ex. 2

2000

26994

ANALYTICAL LABORATORY

LABORATORY OF CHEMISTRY
U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
WASHINGTON, D.C. 20535



1. ANALISADORES DE GASES

Objetivo de um analisador de gás: obter a concentração de um gás em uma mistura gasosa. No caso das emissões veiculares a análise dos gases permite avaliar as condições de queima do combustível.

O objetivo do presente texto é o de apresentar o princípio de funcionamento dos analisadores do tipo infravermelho e sua vantagem sobre os analisadores baseados na condutibilidade térmica.

São também apresentadas recomendações para medições de CO e HC nos regimes de marcha lenta e a 2500 rpm.

1.1. ANALISADORES POR ABSORÇÃO DE INFRAVERMELHO

Princípio de funcionamento:

O princípio de funcionamento deste tipo de analisador é baseado na absorção seletiva de radiação infravermelha dos gases.

Para uma melhor compreensão do fenômeno faremos uma introdução acerca do espectro de radiação eletromagnética e vibrações moleculares.

O infravermelho é o nome dado à região do espectro eletromagnético compreendido entre os comprimentos de onda de 0,8 a 1000 microns, entre as radiações luminosas e as micro-ondas, conforme figura 1.

As moléculas dos gases podem ser representadas através de um modelo mecânico para simplificar o estudo das vibrações às quais estão submetidas.

O caso mais simples de vibração molecular é aquele em que interagem somente dois núcleos. A representação é feita por esferas com massas proporcionais às massas dos átomos e estão ligadas por uma mola que representa a força de ligação química entre eles, conforme figura 2, representando o ácido fluorídrico (HF). Observa-se que a vibração entre os átomos dá-se ao longo do eixo central.

A molécula de água (H_2O) é constituída por 3 átomos e a representação mecânica deve respeitar o posicionamento espacial da molécula. A figura 3 mostra os modos de vibração desta molécula.

Observar que a característica de vibração de cada molécula irá depender do número de átomos, sua disposição espacial e da força da mola, isto é, da força da ligação química.

Cada molécula apresenta, portanto, uma frequência própria de vibração, sendo este o fenômeno que permite identificar cada substância através da técnica de absorção de infravermelho.

A frequência de vibração da maioria das moléculas situa-se na faixa do infravermelho. Quando um feixe de infravermelho incide em uma molécula esta será posta em vibração, absorvendo a energia do feixe na faixa de frequência que corresponda à frequência de vibração natural da molécula, num fenômeno conhecido como ressonância.

Os analisadores do tipo infravermelho valem-se da absorção seletiva de cada gás, permitindo determinar o gás analisado a partir da faixa de frequência absorvida.

Assim, vemos na figura 4 os espectros de absorção de infravermelho de alguns gases conhecidos.

Este método permite obter com precisão a composição de um determinado gás dentro de uma mistura gasosa, desde que as faixas de absorção dos componentes não sejam coincidentes.

Equipamento Básico

Existem vários tipos de construção de analisadores de infravermelho em função da precisão, custo e das características dos gases que se deseja analisar.

Estudaremos a seguir o princípio de funcionamento do sistema não dispersivo de filtragem positiva. A figura 5 mostra o esquema básico do instrumento. A fonte geradora de radiação infravermelha emite um feixe que se divide e incide em duas câmaras. Observamos que na parte de cima o feixe atravessa a câmara de medição (A), indo incidir no filtro (F1) que, neste caso é uma câmara, com janelas transparentes, cheia do gás do tipo a ser medido.

A outra parte do feixe atravessa uma câmara selada, com gás neutro ao infravermelho, por exemplo, nitrogênio ou argônio, e incide em um filtro (F2) idêntico ao (F1).

Os detectores (D1) e (D2) medem a temperatura do gás de enchimento dos filtros (F1) e (F2).

Vamos supor duas situações:

1. A amostra não contém o gás a ser medido (0%): o detector (D1) aquece-se por meio do gás do filtro (F1), pois o mesmo absorve parte da energia do feixe incidente nos comprimentos de onda correspondentes ao seu espectro de absorção.

O detector D₂ comporta-se de modo similar e não será afetado pelas variações da amostra.

2. A amostra contém o máximo do gás a ser medido (100%). O detector (D2) não se altera, conforme explicação anterior.

O detector (D1) que mede a temperatura do gás selado em (F1), não contém os comprimentos de onda que este gás absorve, visto que foram previamente absorvidos pela amostra.

A figura 6 representa graficamente as radiações recebidas pelos detectores nos dois casos extremos da amostra (0% e 100%).

Uma vez conhecidos os extremos de operação é possível a avaliação de misturas gasosas em concentrações intermediárias do gás em análise.

Fontes de Infravermelho

O tipo usual de fonte de infravermelho baseia-se no aquecimento de um filamento através da passagem de corrente elétrica, fazendo com que o mesmo emita energia na faixa do espectro do infravermelho.

Um exemplo é a fonte de Nichrome, constituída por um filamento de Ni (62%), Cr (13%) e Fe (24%) aquecido na faixa de 400 a 900°C.

Calibração e Manutenção

A calibração de um equipamento deve seguir rigorosamente as instruções do respectivo fabricante.

A calibração básica consiste na introdução de um gás padrão de composição conhecida e a ajustagem do valor lido de acordo com o valor conhecido do gás padrão.

Esta calibração deve ser realizada após realizados os procedimentos usuais de manutenção recomendados pelo fabricante, tais como, limpeza de filtros, purga das mangueiras etc.

O gás padrão é usualmente acondicionado em cilindros de alta pressão, dotados de regulador de pressão e vazão. É muito importante utilizar a vazão e pressão recomendadas pelos fabricante, de modo a obter leituras baseadas sempre na mesma pressão e vazão. Observar que quanto maior for a pressão, maior será a densidade do gás amostrado e, portanto, teremos maior número de moléculas e maior absorção de infravermelho para a mesma concentração porcentual do gás em análise.

1.2: ANALISADOR POR CONDUTIBILIDADE TÉRMICA

Princípio

O processo de análise da concentração de um dado gás em uma mistura gasosa nos analisadores deste tipo é baseado na medição da condutibilidade térmica da amostra.

Vantagens e Desvantagens

Este tipo é largamente utilizado em controle de processos industriais devido ao seu baixo custo, e simplicidade de operação. Todavia, sua aplicação restringe-se a determinadas misturas gasosas onde os componentes são bem conhecidos e não apresentam condutibilidades térmicas semelhantes.

O princípio de funcionamento é baseado na propriedade dos materiais realizarem transferência de calor por condução. Consideremos a célula básica da figura 7 para entender o princípio.

Ao submeter o filamento a um tensão ele será percorrido por uma corrente e, devido à sua resistência irá gerar calor por efeito Joule. O calor gerado no filamento passará por condução para o gás na câmara, em quantidade diretamente proporcional à capacidade do gás em conduzir calor, isto é, à sua condutibilidade térmica. Quanto maior for a condutibilidade térmica do gás, menor será a temperatura do filamento e vice-versa.

Como a resistência do filamento é diretamente proporcional à sua temperatura, é possível determinar a temperatura através da medição da corrente que circula no filamento.

Este princípio é então utilizado para avaliar a composição em volume de um gás em uma mistura gasosa numa primeira aproximação a condutibilidade térmica de uma mistura com vários gases G_1 e G_n pode ser determinada por

$$K_{\text{mistura}} = \frac{K_{G1} \times \text{Conc}_{G1} + K_{G2} \times \text{Conc}_{G2} + \dots + K_{Gn} \times \text{Conc}_{Gn}}{100}$$

Utiliza-se uma célula de referência contendo um gás de composição conhecida, ligada em uma ponte de wheatstone junto com a célula contendo a gás que se deseja medir, conforme pode ser visto na figura 8. Os valores de corrente obtidas permitem obter a composição do gás.

Este método é limitado a misturas gasosas cujos componentes sejam bem conhecidos, preferencialmente em misturas binárias e que sejam formadas por gases com condutibilidades térmicas bem distintas, permitindo distinguir claramente as características de condução de cada gás.

Na tabela 1 encontramos alguns valores típicos de condutibilidade. Pode-se verificar por exemplo, que uma mistura contendo monóxido de carbono ($K=0,0185$), nitrogênio ($K=0,0195$), etano ($K=0,0155$) e água ($K=0,0145$), não poderá ser analisada por este princípio devido à similaridade entre as condutibilidades térmicas de seus componentes.

As emissões veiculares são compostas por uma grande quantidade de gases, a saber CO , CO_2 , HC , N_2 , NO_x , SO_x , H_2O etc e alguns deles apresentam condutibilidades térmicas muito semelhantes tornando muito imprecisa a utilização do princípio da condutibilidade térmica.

2. MEDIÇÃO DE CO E HC EM MARCHA LENTA E A 2500 RPM

A medição do índice de CO e HC nos gases de exaustão permite analisar as condições de queima do combustível e a determinação de possíveis falhas na ignição, carburação etc.

O equipamento de análise de gases deverá passar por uma fase de aquecimento conforme recomendação do fabricante, em geral de 15 minutos. Os filtros devem estar limpos e mangueiras purgadas.

Quanto ao veículo devem ser previamente tomados os seguintes cuidados:

- Uma correta regulagem do índice de CO na marcha lenta, de acordo com o especificado pelo fabricante, exige um diagnóstico prévio do estado dos seguintes sistemas: partida, carga, alimentação ignição, arrefecimento, escapamento e condição mecânica do motor.
- O motor deverá estar na temperatura normal de funcionamento. Em motores com eletroventilador, deve-se aguardar o segundo acionamento do mesmo, a fim de garantir a estabilização da temperatura.
- O ponto de ignição deverá ser verificado e regulado se necessário, conforme orientação do fabricante.
- Em veículos equipados com catalisador a sonda para medição de gases deverá ser colocada antes do catalisador, exigindo adaptadores especiais para cada modelo de veículo. A colocação da sonda após o catalisador não permite determinar a composição real de saída dos gases do motor, tornando inútil a regulagem.
- A rotação de marcha lenta e o índice de CO devem ser regulados com o motor do eletroventilador desligado, de modo a fazer a leitura em rotação e temperatura estáveis.
- Para evitar a influência da contaminação do óleo do cárter com combustível recomenda-se a substituição do óleo ou uma rodagem prévia de uns 12 quilômetros para promover a evaporação dos contaminantes.

A medição dos níveis de emissão de CO e HC a 2500 rpm é utilizada para avaliar o comportamento da curva de progressão do carburador. Um carburador em condições normais deve apresentar níveis de emissão a 2500 rpm menores em relação à marcha lenta. Em marcha lenta o carburador trabalha com mistura rica, empobrecendo à medida que a rotação se eleva, dentro de determinados limites.

CETESB - CO. DE TECNOLOGIA E SERVIÇO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

Em um veículo com índices de emissão a 2500 rpm maiores que os da marcha devem ser feitas algumas verificações para detectar a origem do problema:

- Verificar se há depósitos de sujeira no calibrador de ar. Em veículos a gasolina pode ocorrer a deposição de goma, semelhante a um verniz, provocando a redução da seção da entrada de ar. O fenômeno ocorre devido ao borbulhamento do combustível (percolação) em determinadas condições de trabalho. Recomenda-se a imersão dos componentes em líquidos desengraxantes.
- Verificar o desempenho do sistema de recirculação dos gases do cárter (PCV). Se o óleo estiver contaminado com combustível poderemos ter um acréscimo da emissão a 2500 rpm devido a maior depressão nesta condição em relação à marcha lenta. Recomenda-se realizar a medição com e sem a mangueira do PCV conectada, de modo a determinar sua influência.
- Verificar a influência da carga de combustível presente no canister. A sucção de vapores de combustível não é acionada no regime de marcha lenta, ocorrendo somente em rotações mais elevadas. Recomenda-se realizar a medição com e sem a mangueira do canister conectada a fim de avaliar sua influência.
- Verificar se os calibradores de ar e combustível são os especificados para o carburador.
- Verificar nível de cuba e estado da membrana da válvula de máxima.

Data aquis.	7/5/93
Indic	le mo 018/93 DERF
Livro:	de 15/4/93
Preço:	cr\$
Data Tomba:	7/5/93