

天然ガス燃焼タービンにおけるホルムアルデヒドのリアルタイムモニタリング

天然ガスを燃料とするタービンエンジンは、国際的ながん研究機関や米国保健福祉省から発がん性が指摘されているホルムアルデヒドの発生源です。そのため、ガス燃焼式タービンエンジンは、排気ガス検査会社による定期的な監視が必要です。

米国環境保護庁 (EPA) の定置用燃焼タービン規制 (40 CFR Part 63 Subpart YYYYY) は、対象となるタービンに対し、ホルムアルデヒドの排出を酸素15%において91 ppbv以下に制限することを求めています。そのためガスタービンメーカーは、燃焼の「ホットセクション」の設計に徹底してこだわります。ガスタービンは、ホルムアルデヒドの排出を最小限に抑えるように設計されており、そこから継続的に排出されるホルムアルデヒドの濃度レベルは一般的に低レベル (0.1 ppmv程度) です。しかし、ガスタービンの排ガス量は非常に多いため、その排ガスによって汚染物質の総質量が人の健康に害を及ぼすほど大きくなることがあると考えられます。

計測における検討事項

天然ガス燃焼タービンからのホルムアルデヒドをリアルタイムで正確に91 ppbv未満で測定できる分析技術が必要です。EPAメソッド320に準拠したFT-IRガスアナライザーの構成によっては、この濃度に達することができませんが、分析装置にはホルムアルデヒドを正確に計測する精度を欠くことが多いことが難点です。EPAメソッド0011も利用されていますが、これは捕集インピンジャー、誘導体化試薬 [2,4-ジニトロフェニルヒドラジン

(DNPH)]、高圧液体クロマトグラフィー (HPLC)、UV-Vis検出を必要とし、精度が低く、リアルタイム測定とは言えません。このアプリケーションでは、1桁ppbの検出限界を持つリアルタイム分析方法が効率的であるとされています。

ソリューション

Thermo Scientific™ MAX-iR™ FTIRガスアナライザーは、Thermo Scientific™ StarBoost™ テクノロジーと呼ばれる光学強化機能を搭載しており、この分析課題に対応できます。StarBoostテクノロジーは、FTIRガスアナライザーの感度、検出器の直線性、ダイナミックレンジを大幅に向上させます。この画期的な技術により、ホルムアルデヒドなどの有害大気汚染物質 (HAPs) をリアルタイムで1桁ppbv検出することができます。

StarBoostテクノロジーを搭載したMAX-iRアナライザーは、1,900~3,300 cm^{-1} の波数範囲が測定できるロングパス光学フィルターを採用しています。このフィルターシステムは、炭化水素とCO、CO₂、CH₄、H₂Oを含むその他の酸化物を同時に測定することができます。

StarBoost テクノロジー搭載の MAX-iR ガスアナライザーに加えて、排気ガスを使用してアナライザーをゼロ点化する新しい技術が開発されました。Thermo Scientific™ MAX-OXT熱酸化モジュールは、H₂O、CH₄、CO₂などの大気中の干渉物質の濃度を下げることなく、サンプルマトリックスからターゲット分析物を選択的に除去し、干渉スペクトルを収集し、リアルタイムで干渉成分を除去します。この技術により残留物およびホルムアルデヒドのデータ品質を向上させることができます。干渉スペクトルをデータ回帰に使用されない場合でも、MAX-OXT熱酸化モジュールはデータ検証のための強力なツールとして利用できます。

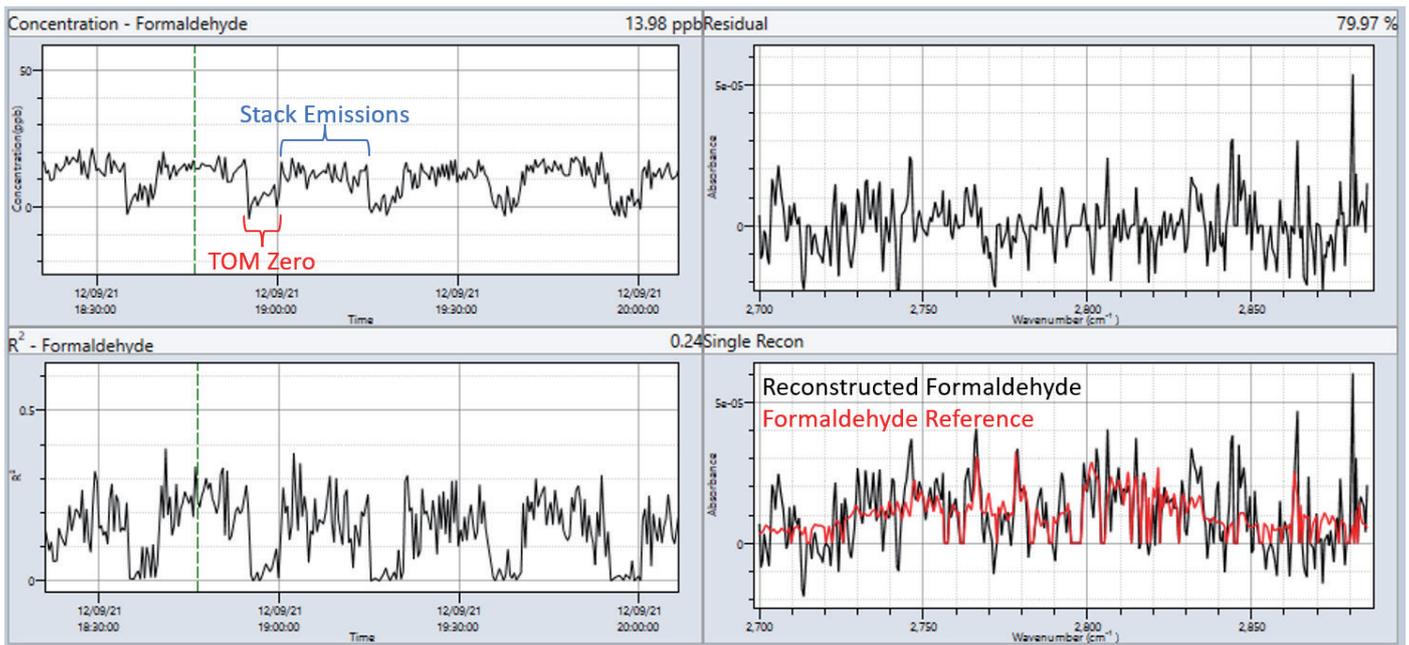


図1. 天然ガス燃焼式タービンエンジンから排出されたガスのホルムアルデヒドの現場測定例

実験

StarBoostテクノロジーを搭載したMAX-iRガスアナライザーにより、ホルムアルデヒド排出測定能力を実証しました。検証するために、天然ガス燃焼タービンからガスをサンプリングしてデータを測定しました。データは、MAX-OXT熱酸化モジュールを使用して周期的にゼロ化しています。MAX-OXTの酸化プロセスとサンプルガスを切り替える際の応答時間は5LPMのサンプルフローで15秒未満であり、StarBoostテクノロジーでppbレベルの低濃度ホルムアルデヒドを迅速に検出することが可能です。フィールドテストの結果は、図1に示されています。

左上のプロットは、ホルムアルデヒドの濃度 (ppb) 変化を示します。緑色の位置におけるホルムアルデヒドの濃度は13.98 ppbでした。このアプリケーションでは、MAX-OXT熱酸化モジュールを使用して、濃度プロットに示すように、周期的にサンプルからホルムアルデヒドを除去し、干渉スペクトルを計測しました。この回帰マトリックスにより、スペクトル干渉によるホルムアルデヒドへのバイアスを最小限に抑えることが可能で、10 ppbスケールでガス成分を容易にかつ正確に測定することができます。

詳細はこちらをご覧ください maxanalytical.com/max-ir

研究用에만使用できます。診断用には使用いただけません。
© 2023 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.
All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.
MAX-iR and StarBoost are trademarks of MAX Analytical Technologies East Windsor, CT USA.
実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。
価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。
標準販売条件はこちらをご覧ください。 thermofisher.com/jp-tc FTIR193-A2306OB

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

分析機器に関するお問い合わせはこちら

TEL: 0120-753-670 FAX: 0120-753-671

Analyze.jp@thermofisher.com

facebook.com/ThermoFisherJapan

@ThermoFisherJP

thermofisher.com

ホルムアルデヒド測定の標準偏差は1.37 ppbでしたので、このテストに伴う最小検出下限値は4.11 ppbであることを意味します。13.98 ppbの濃度においてホルムアルデヒドが確認できていることがわかります。

まとめ

このアプリケーションノートでは、オプションのStarBoostテクノロジーを搭載したMAX-iRガスアナライザーが、ガス燃焼式タービンエンジンから数ppbレベルのホルムアルデヒドを測定できることを紹介しました。サンプリングとデータフローが簡単なため、EPAメソッド0011と比較して測定手法が大幅に効率化され、たった数分で測定結果が得られるようになりました。強化された分析装置によって提供される高い精度は、試験中にサンプリングされた実際のホルムアルデヒド濃度を保証できます。