キャプティブ水素: 生産分析の概要

HyCOの製造と主な用途

水素は地球上で最も単純かつ最も豊富な元素です。2013年の水素の年間生産量は約5,500万トンと推定され、その消費量は年間約6%増加しています。水素は主に天然ガスの水蒸気メタン改質 (SMR) によって製造され、その多くは、石油精製、肥料用のアンモニア製造、メタノール製造、食品加工に使用されます。世界の水素需要の約50%が天然ガスのSMR、約30%が製油所/化学工業のオフガスからの石油/ナフサ改質、18%が石炭ガス化、3.9%が水の電気分解、0.1%がその他の供給源からの製造で占められています。1

水素製造プロセス全体

最新の製油所では、多くの場合、第三者のバルクガスサプライヤーから「マーチャント」水素を入手しています。* また、製油所の操業に不可欠な数多くの水素化処理および水素化分解プロセスで使用するために「キャプティブ」水素を製造する製油所も数多くあります。この水素の大部分は、製油所バッテリーリミット (ISBL) 内での天然ガスのSMRによって製造されます。SMRからは、 H_2 とCOの混合物である合成ガスが生成されます。COは水性ガスシフトリアクタを使用して、さらに CO_2 と H_2 に変換されます。 CO_2 の回収と隔離が必要な場合は、 CO_2 吸収装置を使用して CO_2 を除去することによって合成ガスを精製します。ほとんどの製油所では、最終的な H_2 精製プロセスで圧力スイング吸着法 (PSA) が使用されます (図1を参照)。未使用の H_2 を回収するためのガスループがよく使われます。

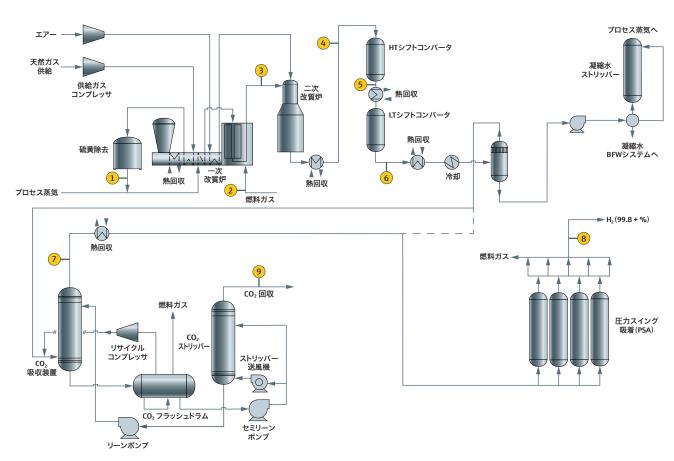


図1: 最新の製油所のバッテリーリミット (ISBL) 内でキャプティブ水素を生成するための主なプロセスユニットを示すプロセス簡略図

参考資料

- 1. Hydrogen Production Technologies: Current State and Future Developments, C.M. Kalamaras and A.M. Efstathiou, Conferences Papers in Energy, Vol 13 (2013), Hindawi Publishing Corp., Article ID 690627.
- *「マーチャント水素:生産分析の概要」を参照



プロセス分析の課題 水素製造プロセス中には通常、複数のガスストリームがリアルタイムで分析され、分析結果は主要なプロセスユニットの制御と最適化の基盤となります。ほとんどのガスストリームは、GC、MS、測光法などの従来のオンライン分析技術を使用して比較的容易に分析できますが、素気含有量やプロセス条件が厳しい場合は、特別なサンプル調製技術が必要になります。このような難しいサンプルでは、サンプリングと分析の信頼性が損なわれることがよくあります。Raman Rxn5アナライザと優れた設計のサンプル調製システムを組み合わせることで、このような困難なガスストリームに対する堅牢なソリューションが実現します。

Raman Rxn5 アナライザ Raman Rxn5アナライザは、単核二原子気体のH₂ および N₂ を分析するための独自の分光機能を備えており、以下の一般的な「ガスストリームサービス」リストに記載されているすべてのガスストリームの測定が可能です。カラム、バルブ、ガスストリームの切り替え、キャリアガスを必要とせずに、成分定量が実現します。Raman Rxn5アナライザでは、Rxn-30プローブとアナライザの接続に最長150 mの光ファイバーケーブルが使用されます。光ファイバーケーブルを使用することで、ガスプローブをサンプルタップポイント付近のサンプル調製システムに接続できるため、高価でメンテナンスの手間がかかる加熱ガス移送ラインを介してガスをアナライザに輸送する必要がなくなります。潜在的に有毒または爆発性のある混合ガスがアナライザまたはその近くに移送されることがなく、長時間のサンプル輸送に伴う遅延時間は発生しません。また、アナライザの定期的なメンテナンスの際にプロセスガスに触れる必要がないため、作業員の安全性も向上します。適切に設計されたサンプル調製システムにより、最高温度150 $^{\circ}$ C、最大圧力1000 psiaでガス組成の測定を行うことができます。このような条件下での測定に対応するRxn-30プローブにより、必要なサンプル調製が簡素化され、多くの場合、非破壊式のラマン測定後にサンプルをプロセスに戻すことができるため、コストのかかるフレアリングが不要になります。

	ガスストリームサービス	主要な測定 パラメータ	圧力* (MPag)	温度* (°C)
0	キャプティブ水素: 一次改質炉への天然ガス供給	炭素数	2.6	25
0	キャプティブ水素: 改質炉への燃料ガス	вти	0.6	40
6	キャプティブ水素: 生合成ガス - 一次改質炉流出口	組成/CH ₄	3.6	800
4	キャプティブ水素: 生合成ガス - 二次改質炉流出口	組成/CO	3.5	370
6	キャプティブ水素: 高温シフトコンバータ流出口	組成/CO	3.4	445
6	キャプティブ水素: 低温シフトコンバータ流出口	組成/CO ₂	3.2	220
0	キャプティブ水素: CO2吸収装置流出口 - PSAに供給	組成/CO ₂	3.1	25
8	キャプティブ水素: PSAユニットH ₂ ガスストリーム	組成/H ₂ /N ₂	1.8	30
0	キャプティブ水素:CO2吸収装置回収ガスストリーム	CH₄不純物	0.5	30

表1:キャプティブ水素プラントでオンライン分析された一般的なガスストリームの概要

*一般的なプロセスユニット流出口のガスストリームにおける圧力値と温度値を記載

www.addresses.endress.com