



## Application Note AN-PAN-1038

# Power generation: analysis of the m-number (alkalinity) in cooling water

One way to maximize heat transfer efficiency and reduce costs in a power plant is by controlling the water chemistry in the cooling circuit. This cooling water is kept alkaline to maintain the protective oxide layer on the metal piping throughout the water circuit. However, alkalinity above the recommended range increases the probability of scale formation

(deposition), so it is buffered with carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) and bicarbonate ions ( $\text{HCO}_3^-$ ). Titration of the cooling water to pH 4.5 gives the so-called «m-alkalinity» (methyl orange alkalinity), a measure of total alkalinity. Below this pH, there is no more alkalinity present, only free acid ( $\text{H}^+$ ), carbonic acid ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), and  $\text{CO}_2$ .

This Process Application Note details the online

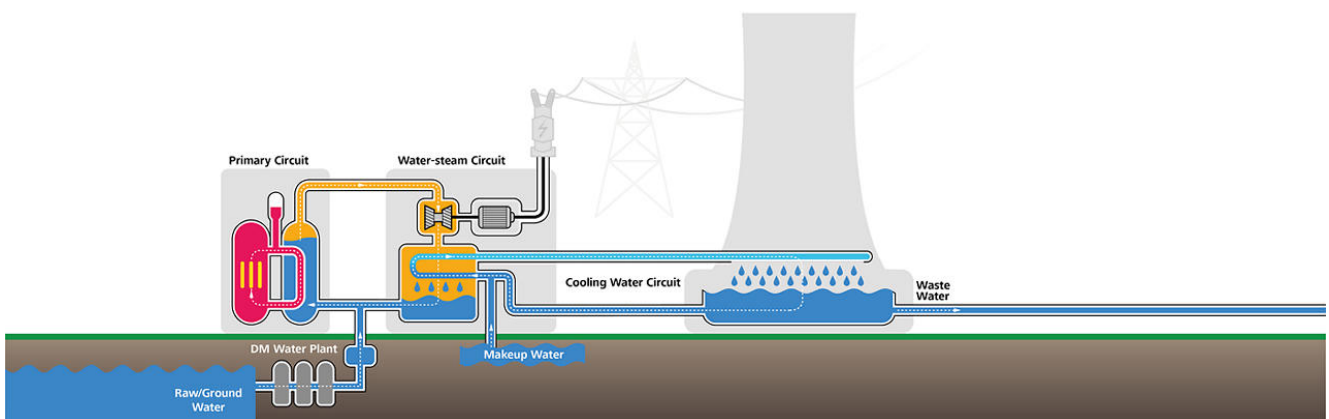
analysis of alkalinity in cooling water. This method offers results in less than 30 minutes, meaning faster response times for out of specification readings. In combination with the power plant's Distributed Control System (DCS), online monitoring of this parameter using a

process analyzer ensures that corrosion can be controlled before it affects the power plant efficiency, ultimately decreasing downtime and lowering maintenance costs.

## INTRODUCTION

One way to maximize heat transfer efficiency and reduce costs in a power plant is by controlling the water chemistry in the cooling circuit (**Figure 1**). Cooling water is used to condense the exhaust steam from the turbine to water, which is then sent back to the water-steam circuit as feed water. The heat of condensation (energy) from the steam is transferred to this cooling water as it flows through kilometers of (titanium) piping in the condenser. The water chemistry depends on the type of power plant, cooling circuit design, and construction materials. Every cooling circuit has a unique design and its own analytical requirements.

The cooling water temperature is reduced either by once-through cooling, in which the water is taken from the environment and returned at a slightly higher temperature, or in a circuit in a cooling tower. Water requirements for once-through cooling circuits are much more demanding because of the large volumes needed for continuous cooling. Oxygen (among other impurities) is also prevalent in the water taken from rivers and lakes, leading to corrosion in the pipelines if not removed adequately. Continuous circulation of the cooling water increases the concentration of contaminants in the circuit but uses much less water.



**Figure 1.** Schematic diagram of a thermal power plant. The cooling circuit (right) is an important attribute in two- and three-cycle power plants.

Cooling water is kept alkaline to maintain the protective oxide layer on the metal piping throughout the water circuit. Acidic water will dissolve the protective oxide layer and the metal surface. However, alkalinity above the recommended range increases the probability of scale formation (deposition). The water is therefore buffered against further pH changes with carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) and bicarbonate ions ( $\text{HCO}_3^-$ ) (**Reaction 1**).

Traditionally, the water can be analyzed by laboratory titration. However, this methodology does not provide timely results and requires human intervention to implement the laboratory analysis results to the process. Online process analysis allows constant monitoring of water quality without long waiting times in the

laboratory, giving more accurate and representative results directly to the control room.

Optimal water chemistry begins with an online analyzer such as the 2026 Titrolyzer from Metrohm Process Analytics. Save time and increase efficiency without manually sampling process points. Online analysis helps protect against corrosion and fouling in the cooling water circuit, allowing more uptime and reducing maintenance costs. Titration to pH 4.5 indicated by a pH electrode gives the so-called «m-alkalinity» (methyl orange alkalinity), also a measure of total alkalinity. Below a pH of approximately 4.3 there is no more alkalinity present, only free acid ( $\text{H}^+$ ), carbonic acid ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), and  $\text{CO}_2$ . Therefore:



---

**Reaction 1.** Overall reaction of m-alkalinity.

## APPLICATION

Titration is performed with 0.1 mol/L hydrochloric acid (HCl) to pH 4.5. The endpoint is detected automatically by recording the change of pH/mV signal in relation with the dosed amount of titrant. A suitable pH electrode is used for accurate indication of this pH/mV

change. In addition to the 2026 Titrolyzer, the 2035 Potentiometric, and 2060 TI Process Analyzers (**Figures 2 and 3**) can also monitor alkalinity online, guaranteeing high process efficiency and low operating and energy costs.



**Figure 2.** 2035 Process Analyzer – Potentiometric.



**Figure 3.** 2060 TI Process Analyzer from Metrohm Process Analytics.

**Table 1.** Thermal power plant measurement parameters \* Other concentrations below the stated range can be measured by changing the concentration of the reagents.

Parameters	Range
m-alkalinity	0–110 mmol/L *
CaCO <sub>3</sub>	0–1000 mg/L *

CONCLUSION

Metrohm Process Analytics offers a wide range of online process analyzers to monitor power plants around the clock. From single parameter analyzers (e.g., 2026 Titrolyzer) to multiparameter analyzers (e.g., 2035 Process

Analyzer – Potentiometric and the 2060 TI Process Analyzer)—all of these solutions can measure alkalinity, helping to safeguard plant operation and optimize process cooling efficiency.

RELATED APPLICATION NOTES

AN-PAN-1003 Amine (“rich” and “lean”) and

free & total CO<sub>2</sub>

BENEFITS FOR TITRATION IN PROCESS

- Increased longevity of valuable company assets
  - Monitor multiple sample streams (up to 10) for more savings per measurement point and results
- Safer working environment and automated sampling
  - Fully automated diagnostics – automatic alarms for when samples are out of specified parameters



## CONTACT

メトロームジャパン株式会社  
143-0006 東京都大田区平  
和島6-1-1  
null 東京流通センター アネ  
ックス9階

metrohm.jp@metrohm.jp

## CONFIGURATION



### 2035 Process Analyzer - Potentiometric

2035 プロセスアナライザーでは、電位差滴定およびイオン選択性測定において特別な滴定試薬および電極を使用します。2035 プロセスアナライザーのこの装置のハリエーションは、その上、メトロームの高性能電極によるイオン選択性分析に適しています。この精密な標準添加物の方法は、難しいサンプル物質の分析に理想的です。

分析装置の電位差測定におけるこの装置のハリエーションは、市場で提供されている測定方法の中でも最も精密な結果を出します。1000を超える既製のアプリケーションにより、滴定も、ほぼ全ての産業分野において最も頻繁に使用される数百の成分の分析方法の一つに数えられ、酸塩基分析から電気めっき浴の金属濃度測定に至るまで幅広く提供されています。

滴定は、今日使用されている中でも最も一般的である、完全な化学メソッドの一つです。その方法はシンプルで、キャリブレーションも不要です。

このコンフィギュレーションに含まれる滴定の種類:

- 電位差滴定
- 光ファイバー技術による比色滴定
- カールフィッシャー滴定メソッドによる水分測定





## 2060 Process Analyzer

2060 Process Analyzerは、無数のアプリケーションに対応するオンライン湿式化学アナライザーです。このプロセスアナライザーは、「ヘーシックキャビネット」と呼ばれる中核フラットホームによって構成される新たなモジュラー式コンセプトを提供するものです。

ヘーシックキャビネットは、2つの部分から構成されます。上部はタッチスクリーンと産業用PCを含みます。下部には、実際の分析のためのハードウェアが格納されるフレキシブルな湿式部が含まれます。基本湿式部の容量が分析課題を解決するのに充分でない場合、最も困難なアプリケーションでも解決できる十分なスペースを確保するため、ヘーシックキャビネットを4つまでの追加湿式部キャビネットに拡張することが可能です。追加キャビネットは、各湿式部キャビネットを、アナライザーの稼働時間を増加させる内蔵式(非接触式)レヘル検出を有する試薬キャビネットと組み合わせるという方法によってコンフィグレーションすることかできます。

2060 Process Analyzerは様々な湿式化学技術を提供します: カール フィッシャー滴定、光度測定、直接測定、および標準追加メソッドです。

プロジェクトのすべての要求を満たすべく(もしくはお客様のすべての必要性を満たすため)、頑丈な分析ソリューションを保証するためのサンプルフレコンティショニングシステムをご利用いただくことも可能です。弊社は、冷却や加熱、減圧、脱気、ろ過などのような、いかなるサンプルフレコンティショニングシステムでも提供することかできます。



## 2026 Titrolyzer

2026 Titrolyzer は、高精度ヒュレットシステムおよび高性能電極を用いて電位差滴定を行います。様々な滴定には、酸/塩基滴定、酸化還元滴定、沈殿滴定などが含まれます。変曲点自動検出技術は、ほとんどのアプリケーションで利用することかてきます。インラインセンサーが故障した状況でも、pH値の測定にアナライザーを用いることかてきます。

さらに、2026 Titrolyzer は、高精度ヒュレットおよび高性能イオン選択性電極 (ISE) を用いて動的標準添加メソッドを行うことかてきます。このメソッドにては、動的ティファレンシャルアプローチを用いることで、標準添加容量を実際のサンプル濃度に合わせることかてきます。さらに、複数の範囲におけるイオン選択性電極スローフ値が考慮されます。すなわち、イオン選択性電極をその最低もしくは最高測定領域に適応させることかてきるといことてす。付随して行われる温度測定により、分析結果に与え得る温度の影響を排除します。

2026 Titrolyzer は、化学、石油化学、半導体、環境、鉱業、鉄鋼や金属、飲料水などの幾つかの市場に最適です。

選択されたアプリケーションに含まれるもの:

- 酸性またはアルカリ性溶液
- 塩化物
- 過酸化水素
- 硬度
- シアン化物
- 銅
- フッ化水素
- pH
- など