



Application Note AN-PAN-1013

Phân tích trực tuyến axit boric trong nước làm mát của lò phản ứng nước áp suất

Axit boric được sử dụng để hấp thụ neutron trong lò phản ứng nước áp suất (PWR) của lò phản ứng hạt nhân, từ đó kiểm soát tính phản ứng của lò phản ứng. Do đó, việc giám sát gần như liên tục nồng độ axit boric là rất quan trọng. Axit boric thường được giám sát bằng các phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm thủ công, nhưng các phương pháp này mất thời gian và dễ xảy ra lỗi do con người. Tuy nhiên, việc phân tích trực tuyến nhanh chóng và đáng tin cậy có thể được thực hiện với 2060 TI Process Analyzer. Tài liệu Ứng dụng Quy trình này thảo luận về phân tích trực tuyến boron trong lò phản ứng nước áp suất.

Phần mềm thích ứng IMPACT của 2060 TI Process Analyzer tự động chuyển đổi giữa các buret khác nhau, mỗi buret có một độ mạnh chất chuẩn độ khác nhau tùy thuộc vào nồng độ axit boric để duy trì độ chính xác tối ưu trên toàn bộ phạm vi đo. Khi được tích hợp với hệ thống kiểm soát hóa chất và thể tích (CVCS), việc giám sát theo thời gian thực cho phép phát hiện sớm và giảm thiểu các vấn đề tiềm ẩn liên quan đến nồng độ axit boric, tối ưu hóa việc kiểm soát lò phản ứng để đảm bảo vận hành an toàn và hiệu quả.

GIỚI THIỆU

Khoảng 9% sản lượng điện toàn cầu đến từ các nguồn năng lượng hạt nhân [1]. Lò phản ứng nước áp suất (PWR) là một trong những loại lò phản ứng hạt nhân phổ biến nhất được sử dụng cho mục đích sản xuất điện [1]. Việc vận hành an toàn và hiệu quả PWR là rất quan trọng để đảm bảo nguồn cung cấp năng lượng ổn định đồng thời bảo vệ môi trường.

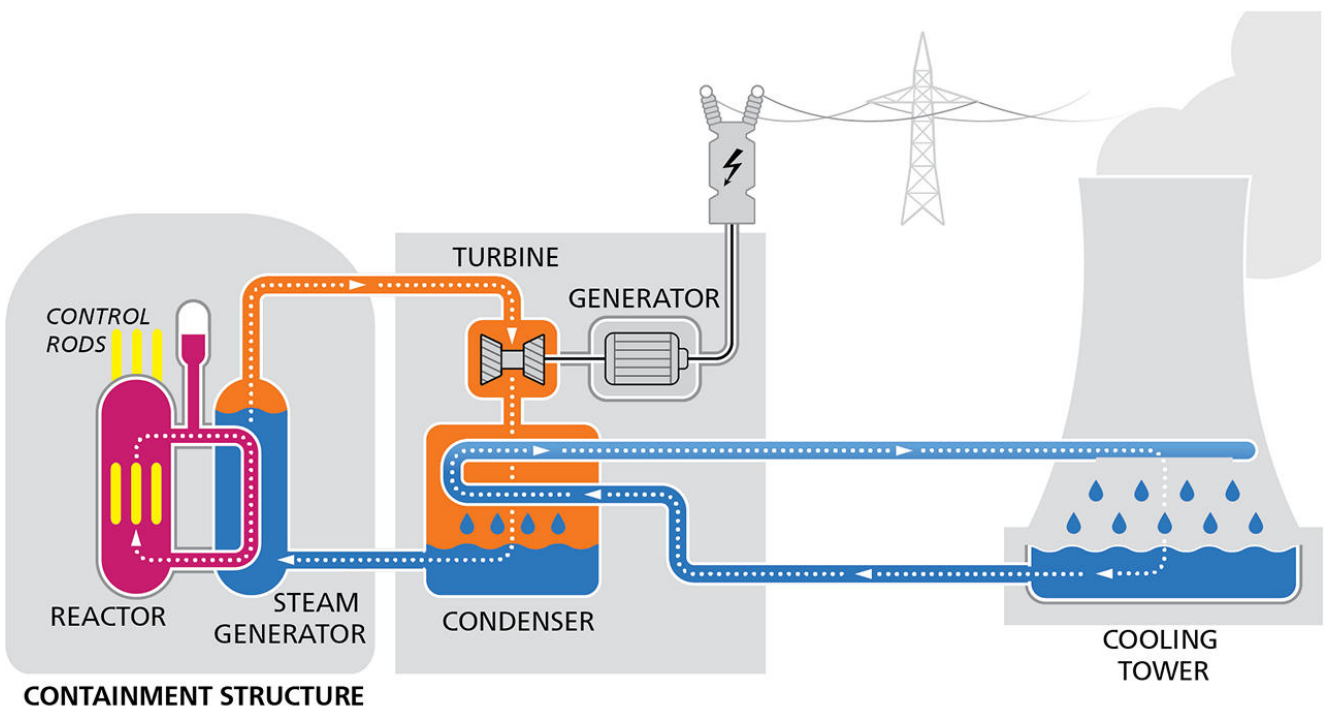
Trong các lò phản ứng PWR này, axit boric (đồng vị B-10, 10B) được thêm vào chất làm mát sơ cấp để điều chỉnh phản ứng hạt nhân. Boron hấp thụ neutron một cách hiệu quả, ngăn không cho chúng duy trì quá trình phân hạch. Bằng cách điều chỉnh nồng độ axit boric trong chất làm mát, người vận hành có thể kiểm soát chính xác công suất đầu ra của lò phản ứng.

Boron được kiểm soát chặt chẽ trong cả mạch sơ cấp và thứ cấp (Hình 1). Mặc dù các mạch này được thiết

kế để đảm bảo mức độ kín khít cao, vẫn có những rủi ro tiềm ẩn như tai nạn, rò rỉ hoặc tràn, có thể dẫn đến việc nước nhiễm xạ bị thải ra môi trường, gây ảnh hưởng đến các nguồn nước lân cận.

Nồng độ boron trong chất làm mát sơ cấp thay đổi từ 0 đến hơn 2.000 mg/L, tùy thuộc vào giai đoạn của chu kỳ nhiên liệu [2]. Con số này cao hơn nhiều so với mức tối đa được khuyến nghị cho nước uống, là 2,4 mg/L theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) [3] và 1 mg/L theo tiêu chuẩn của EU [4].

Hệ thống kiểm soát hóa chất và thể tích (CVCS) chịu trách nhiệm điều chỉnh nồng độ boron trong chất làm mát của lò phản ứng. Hệ thống này điều chỉnh cẩn thận lượng axit boric được thêm vào mạch sơ cấp để duy trì độ phản ứng tối ưu và đảm bảo vận hành lò phản ứng an toàn.



Hình 1. Minh họa các mạch nước khác nhau trong lò phản ứng hạt nhân (trái: mạch sơ cấp, giữa: mạch thứ cấp, phải: mạch làm mát).

Thiết bị **2060 TI Process Analyzer (Hình 2)** mang lại lợi thế đáng kể so với các phương pháp kiểm tra trong phòng thí nghiệm truyền thống trong ngành hạt nhân. Kỹ thuật chuẩn độ tiên tiến của thiết bị này cho

phép giám sát liên tục và theo thời gian thực nồng độ boron trong PWR mà không cần thực hiện kiểm tra thủ công trong phòng thí nghiệm.

Hơn nữa, tính năng tự hiệu chuẩn của thiết bị đảm

bảo độ chính xác nhất quán mà không yêu cầu điều chỉnh thủ công thường xuyên. Bằng cách tích hợp liền mạch với các hệ thống điều khiển của nhà máy điện hạt nhân, thiết bị **2060 TI Process Analyzer** cho phép tự động điều chỉnh độ

ỨNG DỤNG

Việc giám sát trực tuyến axit boric trong nước làm mát có thể được thực hiện thông qua phương pháp chuẩn độ đo thể. Phần mềm thông minh IMPACT được sử dụng bởi 2060 TI Process Analyzer có khả năng tự

phản ứng dựa trên nồng độ boron được đo. Sự tự động hóa này nâng cao hiệu quả vận hành và giúp duy trì hiệu suất tối ưu của lò phản ứng.

động thích ứng với các mức axit boric thay đổi và chuyển đổi nồng độ chất chuẩn độ trong các buret để đảm bảo đạt được độ chính xác cao nhất trên toàn bộ phạm vi đo.

Bảng 1. Nồng độ axit boric điển hình được tìm thấy trong lò phản ứng nước áp suất.

Thông số	[mg/L]
Boron	0–2000

GHI CHÚ

Các ứng dụng quy trình khác liên quan đến các mạch nước của các nhà sản xuất năng lượng bao gồm silica, natri, nickel, kẽm, canxi, magiê và clorua. Việc đo lường đáng tin cậy các tham số quan trọng này có thể thực hiện được với thiết bị 2060 TI Process Analyzer từ Metrohm Process Analytics (**Hình 2**).



Hình 2. Thiết bị 2060 TI Process Analyzer phù hợp để giám sát nhiều tham số quan trọng trong lò phản ứng nước áp suất hạt nhân.

KẾT LUẬN

Khả năng giám sát nồng độ axit boric trong phạm vi từ 0–2000 mg/L đặc biệt có giá trị trong PWR, nơi kiểm soát chính xác tham số này là cần thiết để đảm bảo vận hành an toàn và hiệu quả. Độ linh hoạt và

chính xác của thiết bị 2060 TI Process Analyzer khiến nó trở thành công cụ quý giá cho các nhà điều hành nhà máy điện hạt nhân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nuclear Power in the World Today - World Nuclear Association. <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today> (accessed 2024-08-20).
2. Mesquita, A. Z.; Reis, I. C.; de Almeida, V. F.; et al. Boron-10 Effect on the Reactivity of the IPR-R1 Triga Research Reactor. *Annals of Nuclear Energy* **2019**, 132, 64–69.
DOI:10.1016/j.anucene.2019.04.023
3. Boron, a key challenge for reverse osmosis systems, successfully treated with LG Chem TFN membranes GWI.
<https://www.globalwaterintel.com/articles/boron-a-key-challenge-for-reverse-osmosis-systems-successfully-treated-with-lg-chem-tfn-membranes-lg-chem> (accessed 2024-08-19).
4. EU's drinking water standards.
<https://www.lenntech.com/applications/drinking/standards/eu-s-drinking-water-standards.htm> (accessed 2024-08-19).

NHỮNG GHI CHÚ ỨNG DỤNG LIÊN QUAN

AN-PAN-1016 Online analysis of silica in boiler feed water of power plants

AN-PAN-1032 Monitoring corrosion in power plants with online process analysis

AN-PAN-1038 Power generation: analysis of the m-number (alkalinity) in cooling water

AN-PAN-1040 Ammonia in cooling water of thermal power plants

AN-PAN-1042 Online trace analysis of anions in the

primary circuit of nuclear power plants

AN-PAN-1043 Online trace analysis of cations in the primary circuit of nuclear power plants

AN-PAN-1044 Online trace analysis of amines in the alkaline water-steam circuit of power plants

AN-PAN-1045 Online monitoring of copper corrosion inhibitors in cooling water

AN-PAN-1056 Online monitoring of sodium in industrial power plants

LỢI ÍCH CỦA PHÂN TÍCH QUY TRÌNH TRỰC TUYẾN

- Môi trường làm việc an toàn hơn cho nhân viên (lò phản ứng hạt nhân).
- Chẩn đoán tự động hoàn toàn – cảnh báo tự động khi mẫu vượt quá các tham số quy định.
- Đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn môi trường.
- Độ chính xác cao cho giới hạn phát hiện thấp của boron.



CONTACT

CÔNG TY TNHH METROHM
VIỆT NAM

Tòa nhà Park IX, số 08
Đường Phan Đình Giót,
Phường Tân Sơn Hòa
null Thành phố Hồ Chí Minh

info@metrohm.vn

CẤU HÌNH



2060 Process Analyzer

The 2060 Process Analyzer is an online wet chemistry analyzer that is suitable for countless applications. This process analyzer offers a new modularity concept consisting of a central platform, which is called a «basic cabinet».

The basic cabinet consists of two parts. The upper part contains a touch screen and an industrial PC. The lower part contains the flexible wet part where the hardware for the actual analysis is housed. If the basic wet part capacity is not sufficient enough to solve an analytical challenge, then the basic cabinet can be expanded to up to four additional wet part cabinets to ensure enough space to solve even the most challenging applications. The additional cabinets can be configured in such a way that each wet part cabinet can be combined with a reagent cabinet with integrated (non-contact) level detection to increase analyzer uptime.

The 2060 process analyzer offers different wet chem techniques: titration, Karl Fischer titration, photometry, direct measurement and standard additions methods.

To meet all project requirements (or to meet all your needs) sample preconditioning systems can be provided to guarantee a robust analytical solution. We can provide any sample preconditioning system, such as cooling or heating, pressure reduction and degassing, filtration, and many more.