METROLOGY info
Vol.21 No.W1-2019

NIMT ARTICLE:

"ค่าการนำไฟฟ้า"

กับการประยุกต์ใช้งานในภาคอุตสาหกรรม

ขอบคุณภาพจาก Pressfoto/Freepik

ค่าการนำไฟฟ้าคืออะไร ?

ค่าการนำไฟฟ้า (Electrolytic conductivity) เป็นการวัดความสามารถของสารละลายในการนำกระแสไฟฟ้า ค่าการนำไฟฟ้าจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- ความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้เมื่อละลายอยู่ในน้ำ
- การเคลื่อนที่ของไอออนในสารละลาย
- จำนวนประจุของไอออนที่ละลายในสารละลาย
- อุณหภูมิของสารละลายในขณะตรวจวัด

สารประกอบอินทรีย์ ที่ไม่สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ หรือแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย เช่น น้ำมัน ฟีนอล น้ำตาล และมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ เมื่อละลายอยู่ในน้ำ[1],[2] ค่าการนำไฟฟ้า หรือสภาพการนำไฟฟ้า (Electrolytic conductivity) ใช้สัญลักษณ์ κ เรียกว่า kappa ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความต้านทานและค่าคงที่เซลล์ ดังสมการด้านล่างนี้ [3]

$$\kappa = \frac{1}{R.a} * l \quad \text{ซึ่ง} \quad K_{cell} = \frac{l}{a}$$

ดังนั้น $$\kappa = \frac{K_{cell}}{R}$$

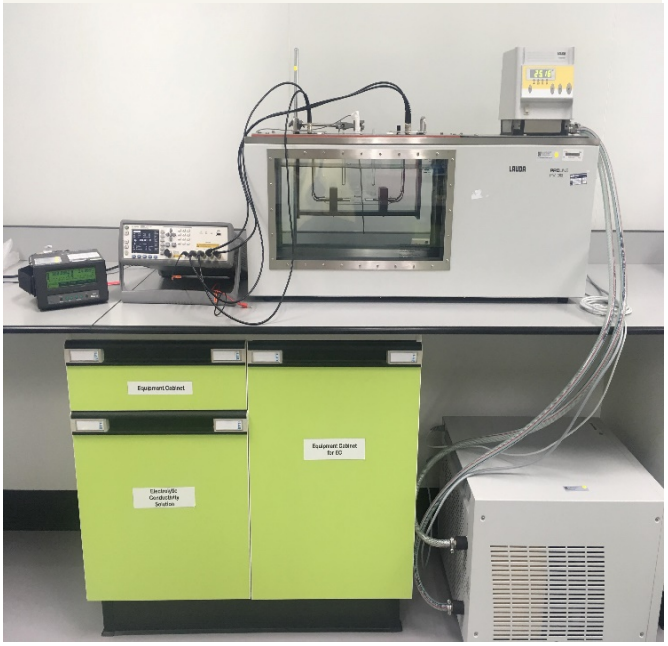
เมื่อ κ คือ ค่าการนำไฟฟ้า หรือ สภาพการนำไฟฟ้า (Electrolytic conductivity; S/cm)

R คือ ความต้านทาน (Ω)

a คือ พื้นที่หน้าตัดของแผ่นโลหะ (cm^2)

l คือ ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะ (cm)

K_{cell} คือ ค่าคงที่ของเซลล์ (cm^{-1})



รูปแสดง: ระบบการวัดค่าการนำไฟฟ้าระดับทุติยภูมิ

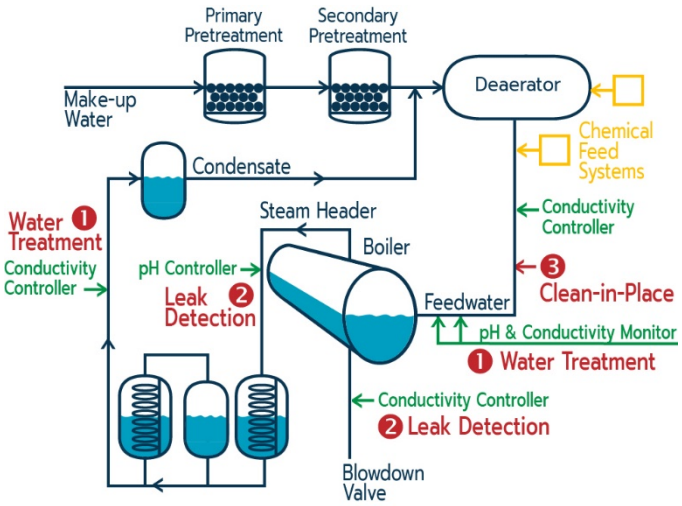
การประยุกต์ใช้ "ค่าการนำไฟฟ้า"

น้ำ... มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ทั้งอุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมการผลิตยา อุตสาหกรรมยานยนต์ และเกี่ยวข้องในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต

แหล่งน้ำที่แตกต่างกัน ทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกันด้วย อาทิ [4]

- ☐ **น้ำกลั่น** มีค่าการนำไฟฟ้า 0.5 – 3 µS/cm
- ☐ **น้ำประปา** มีค่าการนำไฟฟ้า 50 – 800 µS/cm
- ☐ **น้ำจากทะเลสาบ, น้ำจืด** มีค่าการนำไฟฟ้า 100 – 2,000 µS/cm
- ☐ **น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม** มีค่าการนำไฟฟ้า 10,000 µS/cm
- ☐ **น้ำทะเล** มีค่าการนำไฟฟ้า 55,000 µS/cm

การวัดค่าการนำไฟฟ้าถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำ ในกระบวนการต่างๆ ดังนี้



รูปแสดง: การประยุกต์ใช้ค่าการนำไฟฟ้าในกระบวนการต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม [5]

1. การบำบัดน้ำเสีย (Water treatment)

ขอบคุณภาพจาก flickr.com

ก่อนนำน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิต ควรทำการบำบัดก่อนใช้งาน เนื่องจากอาจมีสารปนเปื้อน เช่น สารประกอบไอออนิก หากไม่กำจัดสารปนเปื้อนออกก่อนอาจทำให้เครื่องจักรในโรงงาน เช่น เครื่องระบายความร้อน หม้อไอน้ำ เกิดสนิมและถูกกัดกร่อนได้

วิธีการบำบัดน้ำเสียมีหลายวิธี โดยทุกวิธีมีเป้าหมายเดียวกันคือ กำจัดสารปนเปื้อนออกให้มากที่สุด อย่างไรก็ดี บางวิธีเป็นการกำจัดสารปนเปื้อนบางชนิดออกเท่านั้น เช่น กำจัดแคลเซียมไอออนและแมกนีเซียมไอออน ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าเป็นวิธีที่ช่วยในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของไอออนได้ หากพบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูง สามารถทำนายได้ว่ามีการสะสมปริมาณของของแข็งในระบบมาก อาจส่งผลเสียต่อเครื่องจักรในโรงงานได้ ดังนั้น ควรปล่อยน้ำออกจากถังและเติมน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำเข้าสู่ระบบใหม่อีกครั้ง เพื่อช่วยบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงาน [6]

2. การตรวจสอบรอยรั่วของกระบวนการผลิต (Leak detection)

ขอบคุณภาพจาก flickr.com

น้ำที่ใช้ในเครื่องทำความเย็น และเครื่องระบายความร้อนในอุตสาหกรรม มีปริมาณของไอออนละลายอยู่ในน้ำมาก หากเกิดการรั่วไหลเข้าสู่กระบวนการผลิต จะทำให้เกิดการปนเปื้อนได้

เบื้องต้นเราสามารถตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ออกจากเครื่องทำความเย็น หรือเครื่องระบายความร้อน เพื่อตรวจสอบรอยรั่วของระบบกระบวนการผลิตได้

3. การทำความสะอาดพื้นที่ (Clean in place)

อุตสาหกรรมการผลิตยา อาหาร และเครื่องดื่ม มีการใช้ท่อเพื่อลำเลียงสารในกระบวนการผลิต จึงจำเป็นต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ดังกล่าว เพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจในผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งวิธีการนี้เรียกว่า Clean-in-place หรือ CIP

การตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า จะช่วยบอกถึงปริมาณความเข้มข้นของสารละลายจากการทำ CIP เพื่อให้มั่นใจได้ว่าก่อนและหลังการทำ CIP จะไม่มีสารเคมีตกค้างในระบบ

ขอบคุณภาพจาก flickr.com

4. การกำจัดความเค็ม (Desalination)

ในกระบวนการกลั่นน้ำดื่มที่ใช้ความร้อน (evaporation) และเมมเบรน (reverse osmosis) น้ำที่จะนำมาผลิตน้ำดื่ม จะมีปริมาณของเกลือและไอออนอื่นๆ อยู่ในปริมาณมาก ดังนั้นการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าจะช่วยบอกถึงปริมาณไอออนทั้งก่อนและหลังกระบวนการการกำจัดความเค็ม ซึ่งตามมาตรฐานการผลิตน้ำดื่มของ Environmental Protection Agency (EPA) [7] กำหนดให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำดื่ม ต้องมีค่าไม่เกิน 2,500 µS/cm

ขอบคุณภาพจาก pixabay.com

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นว่าการวัด **"ค่าการนำไฟฟ้า"** สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง ฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นในการผลิตวัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับสอบเทียบเครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้าที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ภายในประเทศ เพื่อลดต้นทุนการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยมีชื่อทางการค้าคือ **TRM (Thailand Reference Material)**

TRM
Thailand Reference Material

ปัจจุบัน ฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ สามารถผลิตวัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับวัดค่าการนำไฟฟ้าได้หลายประเภท อาทิ

☐ วัสดุอ้างอิงรับรองสารละลายสำหรับสอบเทียบเครื่องมือวัดค่าสภาพการนำไฟฟ้า (Secondary electrolytic conductivity solution) มีทั้งหมด 3 ค่า ได้แก่

- ค่า 12.88 mS/cm - ใช้ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวัด หรือใช้เป็นตัวอย่างเพื่อควบคุมคุณภาพของการทดสอบค่าสภาพการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำทิ้ง
- ค่า 1413 µS/cm - ใช้ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวัด หรือใช้เป็นตัวอย่างเพื่อควบคุมคุณภาพของการทดสอบค่าสภาพการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำทิ้ง น้ำดื่ม น้ำบริโภค และ
- ค่า 147 µS/cm - ใช้ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวัด หรือใช้เป็นตัวอย่างเพื่อควบคุมคุณภาพของการทดสอบค่าสภาพการนำไฟฟ้าของตัวอย่างน้ำดื่ม น้ำบริโภค

☐ วัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับการวัดค่าการนำไฟฟ้าของเอทานอล (Electrolytic conductivity of ethanol) มีค่า 0.1 - 1 µS/cm สำหรับใช้ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวัด หรือใช้เป็นตัวอย่างเพื่อควบคุมคุณภาพของการทดสอบคุณสมบัติของเอทานอลแปลงสภาพ (เอทานอล หรือไบโอเอทานอล) ตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน

นอกจากนี้ ยังมีวัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับสอบเทียบเครื่องมือวัดค่าการนำไฟฟ้า ที่ฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ อยู่ระหว่างพัฒนาการผลิต คือ วัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับการวัดค่าการนำไฟฟ้าที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ เพื่อตอบสนองความต้องการของกลุ่มอุตสาหกรรมยาและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ต้องใช้น้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงหรือมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำๆ

เอกสารอ้างอิง

[1] MeterLab. (2004). Conductivity Theory and Practice. Radiometer Analytical SAS. Retrieved from http://www.analytical-chemistry.uoc.gr/files/items/6/618/agwgimometria_2.pdf.

[2] R. H. Shreiner and K. W. Pratt. (2004). Primary Standards and Standard Reference Materials for Electrolytic Conductivity. NIST Special Pub. 260-142. USA.

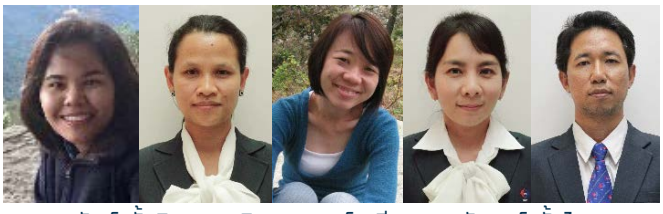
[3] Orrù. E. (2014). Traceability of electrolytic conductivity measurements for ultrapure water. PhD. Thesis. Germany.

[4] Fundamentals of Environmental Measurement. (2014). Conductivity, Salinity & Total Dissolved Solids. Retrieved March 6, 2018, from: http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity-tds/.

[5] Sensorex. Retrieved March 6, 2018, from: https://sensorex.com/boiler-water-treatment/control-in-boiler-water-treatment/.

[6] Emerson Process Management. (2010). THEORY AND APPLICATION OF CONDUCTIVITY. Application Data Sheet, ADS 43-018/rev.D.USA.

[7] Environmental Protection Agency. (2014). Microbiological, Chemical and Indicator Parameters in the 2014 Drinking Water Regulations.



ธารารัตน์ ตั้งจิตร, ดร.วิภาดา หงษ์ทะนี, ดร.นงลักษณ์ ตั้งไพศาลกุล, ปทุมพร มานาม และ ธวัชชัย โลกะนัง

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เคมีไฟฟ้า กลุ่มงานวิเคราะห์อนินทรีย์เคมี

ฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ