

เทคนิคการใช้และบำรุงรักษาเครื่อง AA

คุณฐิติ มั่นความดี

Atomic absorption spectroscopy (AAS) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพ (qualitative analysis) และเชิงปริมาณ (quantitative analysis) ที่ได้รับความนิยมเทคนิคหนึ่ง เพราะให้ความถูกต้อง (accuracy) แม่นยำ (precision) ความไว (sensitivity) สูง และเป็นเทคนิคที่มีความเฉพาะดีมาก (selectivity) รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ก็ไม่สูงมากนักและยังมีความสามารถสูง สามารถวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ ได้มากกว่า 70 ธาตุ สารตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์อาจอยู่ในสถานะที่เป็นของแข็ง ของเหลวและแก๊ส สารตัวอย่างที่เป็นของแข็ง เช่น แก้ว โลหะผสม ดิน เนื้อเยื่อสัตว์ พืช ปุ๋ย สินแร่ โพลีเมอร์ ซีเมนต์ ฯลฯ สารตัวอย่างที่เป็นของเหลว เช่น เลือด ปัสสาวะ น้ำยาเคลือบโลหะ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เครื่องดื่ม น้ำดื่ม น้ำเสีย ฯลฯ สารตัวอย่างที่เป็นแก๊ส เช่น ไอของโลหะที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ เช่น พรอท ตะกั่ว ฯลฯ จะเห็นว่า atomic absorption spectroscopy เป็นเทคนิคที่มีประโยชน์มากสำหรับเคมีวิเคราะห์แล้วยังนำผลการวิเคราะห์มาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม เกษตรกรรม ธรณีวิทยา การแพทย์ เภสัชกรรม

วิทยาศาสตร์ทางทะเล การพิสูจน์หลักฐานทางอาชญากรรม มลภาวะทางน้ำ อากาศ เป็นต้น

ในห้องปฏิบัติการที่ทันสมัยโดยทั่วไปจะมีเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AA) อยู่เสมอ เนื่องจากประโยชน์และขีดความสามารถของเครื่องมือนี้สูงและสามารถนำมาใช้ได้หลายเทคนิคดังนี้

1. Flame atomic absorption technique (FAAS) เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารละลายตัวอย่างที่ใส่แตกตัวเป็นอะตอมอิสระด้วยเปลวไฟ

2. Flameless technique หรือ Non-flame atomization technique เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารตัวอย่างสลายตัวเป็นอะตอมอิสระด้วยความร้อนจากกระแสไฟฟ้า (Electrothermal atomizer หรือ Graphite-furnace atomizer-GFA)

3. Vapor generation technique (VGA) เทคนิคนี้ใช้กับธาตุบางชนิดที่ไม่สามารถเปลี่ยนสถานะเป็นอะตอมอิสระด้วยวิธีที่ 1 และ 2 ได้เช่น Hg, As, Se ฯลฯ

การเลือกใช้เทคนิคใดควรพิจารณารายละเอียดตามความเหมาะสมดังแสดงในตารางเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์ต่อไปนี้

ข้อเปรียบเทียบ	FAAS	GFA	VGA
1. ความสามารถในการวิเคราะห์ธาตุได้	มากกว่า 67 ธาตุ	30-40 ธาตุ	ประมาณ 3-10 ธาตุ
2. ความถูกต้อง	สูง	สูง	สูง
3. ความแม่นยำ	1% RSD	2-5% RSD	2-5% RSD
4. ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม	ppb-%	ppb-10 ³ ppm	ppb-10 ³ ppm
5. การเตรียมสารตัวอย่าง	ค่อนข้างยุ่งยาก	ง่าย	ค่อนข้างยุ่งยาก
6. วิธีทำการวิเคราะห์	ค่อนข้างยุ่งยาก	ง่าย	ค่อนข้างยุ่งยาก
7. ความรวดเร็วในการวิเคราะห์	15 ตัวอย่าง/นาที	1 ตัวอย่าง/นาที	—
8. ความชำนาญของผู้ใช้เครื่องมือ	ปกติ	สูง	ปกติ
9. อุณหภูมิสูงสุด	2,955°C (N ₂ O-C ₂ H ₂)	ประมาณ 3,000°C	ประมาณ 2,000°C (ยกเว้น Hg)
10. ประสิทธิภาพของการผลิตอะตอมอิสระ	ประมาณ 10%	ประมาณ 90%	—
11. ลักษณะของสัญญาณที่วัด	plateau	peak	peak
12. สภาพไว (sensitivity)	ต่ำ	สูง	สูง
13. detection limit	สูง	ต่ำ	ต่ำ
14. matrix effect	น้อย	มาก	น้อย
15. ค่าใช้จ่าย (การวัดต่อครั้ง)	น้อย	สูง	ปานกลาง

เทคนิคที่เป็นที่นิยมกันมากคือ FAAS เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ธาตุได้มากกว่าชนิด ง่าย สะดวก รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายน้อย ดังนั้นจึงขอกกล่าวถึงแต่ FAAS ในแง่เครื่องมือ การบำรุงรักษา (maintenance) และความปลอดภัย (safety)

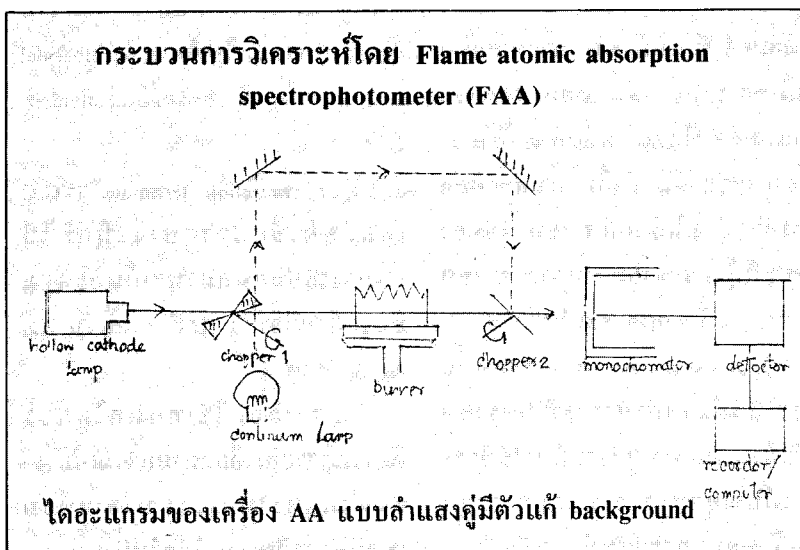
แหล่งกำเนิดแสง (light source)

โดยทั่วไปนิยมใช้ hollow cathode lamp (HCL) เป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งให้ความเข้มของแสงเฉพาะสำหรับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ แหล่งกำเนิดแสงอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับนิยมน้อยกว่าคือ electrodeless discharge lamp (EDL) เนื่องจากให้ความเข้มของแสงมากกว่า และมีความไวดีกว่า HCL โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับธาตุ As, He, Se

lamp (EDL) เนื่องจากให้ความเข้มของแสงมากกว่า และมีความไวดีกว่า HCL โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับธาตุ As, He, Se

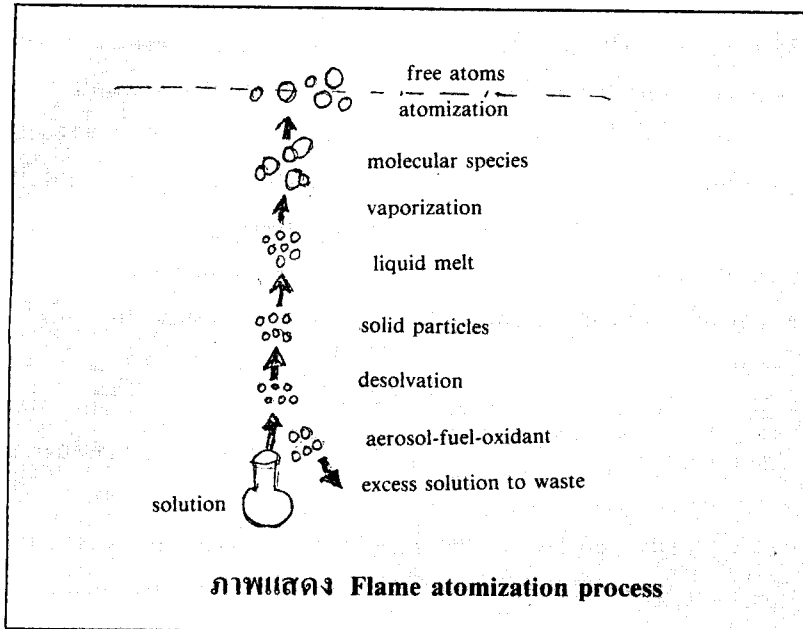
ส่วนผลิตอะตอมอิสระ (atomization)

การวิเคราะห์โดย AAS จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณอะตอมอิสระของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งจะดูดกลืนคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นที่เหมาะสม (จาก HCL) ดังนั้นกระบวนการผลิตอะตอมอิสระต้องมีประสิทธิภาพสูง เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอะตอมอิสระมี nebulizer ห้องพ่น (spray chamber) และหัวเผา (burner) โดย nebulizer ทำหน้าที่ดูดสารละลายใส่ แล้วเปลี่ยนเป็นละอองเล็ก ๆ (mist) ในห้องพ่นซึ่งประมาณร้อยละ 10



ของละอองเหล่านี้จะผสมกับตัวออกซิไดส์และเชื้อเพลิงในห้องพ่น และถูกนำเข้าสู่หัวเผาทำให้เกิดอะตอมอิสระด้วยความร้อนจากเปลวไฟที่เหมาะสม ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 90 ไหลออกทางท่อน้ำทิ้ง

- เลือกหัวเผาให้เหมาะสมชนิดของเปลวไฟ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ
- หัวเผา อากาศ-อะเซทิลีน (air-acetylene burner) มีช่องเปลวไฟ (burner-slot) ยาว 10 เซนติเมตร



การเลือกชนิดและปรับ nebulizer ห้องพ่น หัวเผาและชนิดของเปลวไฟ มีผลต่อสภาพไวเป็นอย่างมากดังนี้

- เลือก nebulizer ให้เหมาะกับสารละลายตัวอย่าง สารละลายตัวอย่างที่มีของแข็งละลายอยู่ (dissolved solids) ต่างกันมาก ควรใช้ nebulizer คนละชนิดกันเพื่อป้องกันการอุดตันซึ่งทำให้ความไวของเครื่องลดลง

- ปรับตำแหน่งลูกแก้ว (glass bead) ในห้องพ่น เพื่อให้ประสิทธิภาพในการเกิดละอองสูงสุด.

- ปรับสัดส่วนของตัวออกซิไดส์ เชื้อเพลิง ให้ได้เปลวไฟที่เหมาะสม (stoichiometric flame) สำหรับแต่ละธาตุ

- ปรับอัตราเร็วในการดูดสารละลายของ nebulizer ให้พอเหมาะ โดยประมาณ 4-5 มิลลิลิตรต่อนาที

- หัวเผาไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide burner) มีช่องเปลวไฟ ยาว 5 เซนติเมตร

การดูดกลืนคลื่นแสง (absorption)

ขึ้นอยู่กับ

- จำนวนอะตอมอิสระ
- ตำแหน่งของอะตอมอิสระในเปลวไฟต้องอยู่ในแนวเดียวกับลำแสงจาก HCL ซึ่งทำได้โดยปรับตำแหน่งหัวเผาในทางสูง ตำแหน่งปรับตำแหน่ง HCL ให้ตรงกัน

- ความเข้มของแสงจาก HCL ปรับโดยการเพิ่มหรือลด lamp current กับ voltage

- สภาพของสารละลายตัวอย่าง และสารละลายมาตรฐาน ต้องหลีกเลี่ยงสารรบกวนโดยวิธีการที่เหมาะสม

การปรับตัวแปรต่าง ๆ ให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สภาพไวสูงสุด (optimization) ดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยทุกครั้งที่มีการปรับเปลี่ยนแต่ละตัวแปร ต้องวัดค่า absorbance ของสารละลายมาตรฐานค่าใดค่าหนึ่ง (ความเข้มข้นอยู่ในช่วงกลางของ series) ให้ได้สูงสุด แล้วจึงเปลี่ยนไปปรับตัวแปรอื่น ๆ ต่อไป

การวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง (detection)

Detector ที่ใช้มีลักษณะเหมือนกับเครื่อง ยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ทั่วไป เครื่อง AA ในปัจจุบันนี้ มักใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน เช่น เก็บข้อมูล บันทึกข้อมูล คำนวณผล พิมพ์รายงานซึ่งต้องปฏิบัติตามคำแนะนำหรือคู่มือของแต่ละบริษัท ผู้ผลิต

ผลกระทบของสิ่งรบกวนและวิธี การแก้ไข (interference effects)

1. การตกตะกอน (Precipitation) การตกตะกอนของสารตัวอย่าง ทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดไป เช่น การแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ของสารประกอบซิลิโคน และดีบุก การเกิดสารประกอบคลอไรด์และซัลเฟตของธาตุบางธาตุซึ่งไม่ละลายน้ำ แก้ไขโดยการย่อยสลายตัวอย่างให้เหมาะสม และการกำจัดไอออนรบกวน (interfering ions)

2. ผลกระทบเชิงกายภาพ (Physical effects) เป็นผลเนื่องมาจากสมบัติทางกายภาพของสารละลายซึ่งเกี่ยวข้องกับอัตราการดูดสารละลายเข้าไปใน nebulize ขนาดหยดของสารละลาย (drop size) อันมีผลจากความตึงผิว ความหนืด ซึ่งแก้ไขโดยทำให้เจือจาง เตรียมสารละลาย

มาตรฐานให้มี matrix เหมือนตัวอย่าง หรือทำ standard-addition

3. สิ่งรบกวนเชิงเคมี (Chemical interference) แบ่งเป็น 2 ลักษณะ

3.1 เกิดจากการแตกตัวไม่สมบูรณ์ของสารประกอบ (incomplete dissociation of compounds)

3.2 เกิดจากการแตกตัวเป็นไอออน (ionization)

การแตกตัวไม่สมบูรณ์ของสารประกอบ แอนไอออนบางตัว เช่น ฟอสเฟต ซิลิเกต อะลูมิเนียม ฯลฯ มีผลทำให้การหาปริมาณโลหะแอลคาไลน์เอิร์ทผิดพลาดได้ ตัวอย่างเช่น การหาปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างที่มีฟอสเฟต จะเกิด $Ca_3(PO_4)_2$ ซึ่งเป็นสารประกอบทนไฟแตกตัวยากที่อุณหภูมิของเปลวไฟปกติ ทำให้เกิดอะตอมอิสระไม่สมบูรณ์ วิธีการแก้ปัญหานี้ทำได้โดยปรับเครื่องให้เหมาะสมกับสภาพตัวอย่างที่สุดในกรณีนี้ต้องทราบชนิดและปริมาณสิ่งรบกวนอย่างคร่าว ๆ แล้วจึงเตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นเท่ากัน 2 ส่วน ส่วนแรกเตรียมในน้ำกลั่น ส่วนที่สองเตรียมใน synthetic matrix ซึ่งมีไอออนรบกวนใกล้เคียงกันในตัวอย่างแล้วใช้สารละลายทั้งสองนี้ปรับเครื่องให้เหมาะสมที่สุด โดยปรับปริมาณสัมพัทธ์ของเปลวไฟ (flame stoichiometry) และตำแหน่งหัวเผา เพื่อให้ได้ค่า absorbance สูงสุด และใกล้เคียงกันมากที่สุด แล้วจึงทำการวิเคราะห์ตัวอย่างต่อไปโดยใช้ภาวะเดียวกัน ถ้าปฏิบัติดังกล่าวแล้วไม่ได้ผล ให้เลือกวิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้

3.1.1 ใช้อุณหภูมิเปลวไฟ (flame temperature) ให้สูงขึ้น แทนที่จะใช้เปลวไฟ อากาศ-อะเซทิลีน ก็เปลี่ยนเป็นเปลวไฟไนตรัสออกไซด์-

อะเซทิลีน หรือ เตคาเผาแกรไฟต์ แต่วิธีนี้อาจทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน

3.1.2 การสกัดธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ (extract the analyte element) ในกรณีที่มีสิ่งรบกวนมีอยู่ในสัดส่วนที่ค่อนข้างมากและแก้ไขด้วยวิธีที่ 3.1.1 ไม่ได้ผล ให้นำสารที่ต้องการวิเคราะห์มารวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับ chelating agent แล้วสกัดด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม

3.1.3 การกำจัดไอออนรบกวน ทำได้โดยการสกัดตัวทำละลายหรือเทคนิคการแลกเปลี่ยนไอออน

3.1.4 เติม releasing agent

releasing agent คือ สารละลายของเกลือชนิดหนึ่งซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการวิเคราะห์เกิดเป็นสารประกอบที่เสถียรกว่าแอนไอออนเหล่านั้น เช่น เติม $SrCl_2$, $LaCl_2$, $Sr(NO_3)_2$, $La(NO_3)_2$ ลงไปมาก ๆ (5,000-10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) หรืออาจเติม chelating agent เช่น EDTA เป็นต้น ตัวอย่างการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในสารละลายที่มีฟอสฟอรัสอยู่จะต้องเติม $La(NO_3)_2$ หรือ $Sr(NO_3)_2$ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิด $Ca_3(PO_4)_2$

การแตกตัวเป็นไอออน เกิดจากการใช้เปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูงมาก ทำให้ธาตุที่ต้องการวิเคราะห์แตกตัวเป็นไอออนแทนที่จะเป็นอะตอมอิสระส่วนใหญ่จะพบในพวก โลหะแอลคาไล โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท แก๊ซโดยเติม แคดไอออนที่มีค่าศักย์การแตกตัวเป็นไอออน (ionization potential) ต่ำกว่าธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ แคดไอออนดังกล่าวได้แก่ Na K Ce

ที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 2,000-5,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร เพื่อให้ธาตุเหล่านี้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้ดีและมีจำนวนอิเล็กตรอนในเปลวไฟมากทำให้ไปขัดขวางสารที่ต้องการวิเคราะห์ไม่ให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน

4. Spectral interferences ในกรณีที่สารตัวอย่างมีแคดไอออนอื่น ๆ ปนอยู่ ซึ่งดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงใกล้เคียงกับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ทำให้ค่า absorbance สูงขึ้น

5. Background absorption หรือ Non-specific absorption effect เกิดขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิเปลวไฟต่ำ ๆ ในการผลิตอะตอมอิสระ ทำให้มีสารที่อยู่ในรูปโมเลกุลทั้งของสารที่ต้องการวิเคราะห์นั้น ของเหลวอื่น ๆ ซึ่งสามารถดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV-Visible ได้ดีและอาจทำให้เกิดการกระเจิง (scattering) ของแสงจาก HCL ได้ วิธีแก้ไขคือใช้การแก้ background ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน

1. Continuum source เช่น deuterium lamp
2. Zeeman effect หรือ Zeeman background corrector
3. Smith-Hieftje background corrector
4. Matrix modification

ความปลอดภัยและการบำรุงรักษา

ในการวิเคราะห์ทางเคมีต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นสารเคมี วิธีวิเคราะห์ รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ ความปลอดภัยที่เกี่ยวกับการใช้เครื่อง

1. ระบบดูดควัน (exhaust system) ในการผลิตอะตอมอิสระจะมีกลุ่มควัน อะตอม โมเลกุล ไอกรด ไอสารต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย ดังนั้น

ระบบดูดควันจะต้องดี และได้รับกรตรวจสอบให้อยู่ในสภาพดีเสมอ ก่อนจุดเปลวไฟต้องจัดการให้ระบบดูดควันทำงานก่อน

2. **ถังบรรจุแก๊ส** (compressed gas cylinder) ถังบรรจุแก๊สที่ใช้กับเครื่องมือนี้มีถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน ไนตรัสออกไซด์ และเครื่องอัดลม (air compressor) โดยปกติควรแยกอยู่นอกห้องแล้วต่อท่อนำแก๊สมาเข้ากับเครื่อง ซึ่งต้องเป็นบริเวณที่อากาศถ่ายเทสะดวก ถังบรรจุแก๊สควรตั้งติดผนัง มีสายรัดเพื่อความปลอดภัย ถังบรรจุแก๊ส ท่อ หรือสายนำแก๊ส ต้องอยู่ในสภาพดีได้รับการตรวจสอบอยู่เสมอ มิให้เกิดการรั่วซึม รวมทั้งระบุชื่อที่ถังบรรจุแก๊สทุกถัง

แก๊สอะเซทิลีน มีข้อควรระวังดังนี้

- ท่อนำแก๊สต้องไม่ทำจากทองแดงหรือมีทองแดงผสมอยู่เกินร้อยละ 65 เนื่องจากอาจถูกกัดกร่อนโดยอะซิโคนที่บรรจุอยู่ข้างใน

- ไม่ควรเปิดแก๊สที่มีความดันเกิน 105 กิโลพาสกาล (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 1.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

- ไม่ควรใช้แก๊สที่มีความดันในถังต่ำกว่า 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

- ไม่ให้แก๊สอะเซทิลีนสัมผัสกับทองแดง เงิน พรอท แก๊สคลอรีน

แก๊สไนตรัสออกไซด์ เป็นแก๊สที่ทำให้เกิดอาการสำลัก และเกิดการสันดาปของน้ำมันได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังในการใช้แก๊สนี้ โดยจะต้องมีการตรวจสอบเกี่ยวกับการรั่วซึม ไม่ให้สัมผัสกับน้ำมัน หรือไขมันโดยเด็ดขาด และที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ตัวคุมค่าความดัน (pressure regulator) ต้องมี heater เพื่อ

ป้องกันการจุดตันของแก๊สไนตรัสออกไซด์ที่ไหลออกมาเกิดการแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง อันอาจเกิดระเบิดได้

เครื่องอัดลม ทำหน้าที่ดูดอากาศให้ผ่านเครื่องกรองอากาศและสารดูดความชื้นก่อนเข้าเครื่อง AA โดยมีมาตรวัดอัตราเร็ว ดังนั้นสิ่งที่จะต้องดูแลก็คือ ระบายหยดน้ำที่ตกค้างอยู่ในตัวเครื่องทุกสัปดาห์

3. **ตัวทำละลายที่ลุกเป็นไฟได้** (flammable solvent) ควรหลีกเลี่ยงการนำตัวทำละลายเข้ามาในห้องปฏิบัติการที่เข้าเครื่อง AA ถ้าจำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายในการวิเคราะห์ ก็ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษโดยปิดฝาให้สนิท หลังจากใช้งานเสร็จแล้วให้รีบนำออกไป และล้าง nebulizer ห้องพ่นและหัวเผาทันที

4. **หัวเผา** ต้องล้างให้สะอาดอยู่เสมอ โดยการแช่ใน 0.5% HNO₃ และล้างด้วยน้ำกลั่น หรือในอ่างอัลตราโซนิค (ultrasonic cleaner) ควรปิดเปลวไฟก่อนทำความสะอาดช่องเปลวไฟ

5. **Liquid trap** ต้องเติมน้ำใน liquid trap ให้อยู่ในระดับที่ถูกต้องเสมอ เนื่องจากในการ nebulization สารละลายส่วนใหญ่ถูกระบายลงมา ซึ่งต้องไม่ทำให้เกิดการรั่วซึม (leak) ในส่วนของห้องพ่นกับ หัวเผา

6. **Ultraviolet radiation** เนื่องจากเปลวไฟ HCL deuterium lamp และ EDL อาจคาย ultraviolet radiation ซึ่งเป็นอันตรายออกมา ดังนั้นควรมีสิ่งป้องกันรังสีเหล่านี้โดยสวมแว่นตาและกำบังเปลวไฟ ขณะทำการวิเคราะห์เสมอ

7. **อันตรายจากความร้อน** ป้องกันได้ดังนี้

- กำบังเปลวไฟ ในขณะที่

ทำการวิเคราะห์

- อย่าจับช่องใส่ตัวอย่างขณะมีเปลวไฟ

- อย่าจับหัวเผาด้วยมือเปล่า ควรสวมถุงมือ

- อย่าพยายามทำความสะอาดช่องเปลวไฟในขณะที่มีเปลวไฟ

การตรวจสอบความปลอดภัย
ทุกครั้งก่อนเปิดเครื่อง AA ควรตรวจสอบดังนี้

1. แก๊สทุกชนิดต้องปิดสนิท
2. ตรวจสอบบริเวณใกล้เคียงว่าปราศจากสารไวไฟ และสารที่เป็นอันตราย

3. เปิดเครื่องดูดควันและตรวจสอบว่าปกติ

4. ตรวจสอบหัวเผา nebulizer ห้องพ่นให้ถูกต้อง เหมาะสม

5. ตรวจสอบ liquid trap

6. ทำความสะอาด HCL และกระจกช่องใส่ตัวอย่าง

7. ตรวจสอบชนิดของแก๊สที่ใช้ ตัวคุมค่าความดัน เครื่องอัดลม ให้อยู่ในสภาพที่ดีและเหมาะสม

8. ปฏิบัติตามข้อกำหนดของการใช้เครื่องมือ

นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบเพิ่มเติมบางส่วนทุก ๆ สัปดาห์ดังนี้

1. ตรวจสอบลูกแก้วโดยปรับตำแหน่ง หรือดูว่ามีรอยร้าวเกิดขึ้นหรือไม่

2. ตรวจสอบ o-rings ว่าถูกกัดกร่อนจนเสื่อมสภาพหรือไม่

3. ทำความสะอาดหัวเผาโดยถอดล้าง หรือขัดด้วยสารขัดละเอียด (abrasive cleaner) หรือ cleaning strip ซึ่งผู้ผลิตจัดเตรียมให้

4. ทำความสะอาด nebulizer และห้องพ่น

หมายเหตุ : ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนถังบรรจุแก๊สต้องตรวจสอบอย่างละเอียดว่ามีแก๊สรั่วหรือไม่ ตัวคุมค่าความดัน สภาพท่อ เหมาะสมหรือไม่

ตัวอย่างปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้เครื่อง AA และวิธีแก้ไข

1. สัญญาณใน Flame AA ต่ำ ตรวจสอบ
 - nebulizer
 - มีการอุดตันหรือไม่
 - อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมหรือไม่
 - ปรับอัตราการดูดสารละลายให้เหมาะสม
 - ตำแหน่งลูกแก้ว
 - ตำแหน่งหัวเผา
 - สารละลายมาตรฐาน สารละลายตัวอย่าง ในกรณีเตรียมใหม่ ๆความถูกต้อง ชนิดและปริมาณของ matrix

- ปริมาณสัมพันธของเปลวไฟ
- 2. มีสัญญาณรบกวนมาก/ สัญญาณจาก Flame AA ไม่เสถียร ตรวจสอบ
 - ตรวจสอบเสถียรภาพโดยไม่จุดเปลวไฟ ดูว่ายังมีสัญญาณรบกวนหรือไม่
 - เลือกค่าที่แนะนำสำหรับกระแสของ HCL, slit width
 - จัดแนวการวางหลอด HCL หัวเผา เพื่อให้แสงผ่านเข้ามามากที่สุด
 - ตรวจสอบค่าความยาวคลื่นให้ถูกต้อง
 - ทำความสะอาดเลนส์
 - 3. มีสัญญาณรบกวนมาก/ สัญญาณจาก Flame AA ไม่เสถียร (เฉพาะเมื่อจุดเปลวไฟ)
 - ปรับตำแหน่งหัวเผา
 - ตรวจสอบการดูดของพัลลมว่ามีลมพัดรบกวนเปลวไฟ

- หรือไม่
- ความดันและอัตราการไหลของแก๊ส
- ความดันในถังบรรจุแก๊สอะเซทิลีน ไม่ควรต่ำกว่า 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- nebulizer หัวเผา เหมาะสมหรือไม่
- สารตัวอย่าง สารมาตรฐาน
- ผู้ใช้เครื่อง AA ทุกคนต้องมีความเข้าใจ ความระมัดระวัง และความรับผิดชอบในการใช้เครื่องอย่างดี เพื่อเป็นการบำรุงรักษาเครื่องและได้ประโยชน์สูงสุดในการปฏิบัติงาน รวมทั้งต้องมีความรู้ความเข้าใจในลักษณะและธรรมชาติของตัวอย่างที่จะวิเคราะห์เพื่อจะได้หาวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมโดยตรงหรือมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมที่สุด เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

เชียงใหม่, มหาวิทยาลัย. สเปกโตรสโคปีกับการประยุกต์ทางเคมี แต่งโดย พิมล เรียนวัฒนา. เชียงใหม่ : ภาควิชาเคมี, 2521.

แมน อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสบ. หลักและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2534. 886 หน้า

Bennett, PA. and Rothery, E. **Introducing atomic absorption analysis.** Melbourne : Varian Techtron Pty. Ltd., 1983.

Brodie, KG. **Atomic absorption spectroscopy.** Melbourne : Varian Techtron Pty. Ltd., 1980.

Brodie, KG. **Seminar on recent development on AA-spectroscopy and its analytical techniques.** Melbourne : Varian Techtron Pty. Ltd., 1988.

Cunliffe, MA. Routine maintenance for atomic absorption spectrophotometers. **Varian instruments at work.** Melbourne : Varian Techtron Pty. Ltd., 1984.

Ewing, GW. **Instrumental methods of chemical analysis.** 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 1969.

Moffett, J. Sensitivity enhancement for flame atomic absorption spectrometry using an atom concentrator tube, the ACT 80. **Varian instruments at work.** Melbourne : Varian Techtron Pty. Ltd., 1989.

Standard Methods for the examination of water and waste water. 18th ed. Washington, D.C. : American Public Health Association, 1992.