

การทดสอบปริมาณขององค์ประกอบในผลิตภัณฑ์

พีวีซี

สิริวรรณ สิริสัสสว

พีวีซี (PVC) หรือโพลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride) เป็นโพลิเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติก ได้จากการโพลิเมอร์ไรส์เซชันของไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (vinyl chloride monomer) ปัจจุบันพีวีซีถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในรูปแบบพลาสติกแข็ง (rigid) อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้งานในรูปแบบพลาสติกที่มีความพรุน (cellular) เช่น โฟม (foam) และในรูปแบบพลาสติกนิ่ม (plasticized PVC) หลังจากผ่านการเติมสารเติมแต่ง (additives) บางชนิดลงไป

สารเติมแต่งสำหรับอุตสาหกรรมพลาสติก คือ สารที่เติมลงไปในเรซินเพื่อปรับเปลี่ยนสมบัติให้เหมาะสม สารเติมแต่งสำหรับพีวีซีที่สำคัญ 3 ประเภท มีดังนี้

1. พลาสติไซเซอร์ (plasticizers) เป็นสารที่ใส่ลงไปเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว (flexible) หรือเพิ่มความเป็นพลาสติกให้แก่พีวีซี เช่น สาร DEHP [Di(2-ethyl hexyl) phthalate] หรือ DOP (Dioctyl phthalate), สาร ESBO (Epoxidised soy bean oil) และสาร TCP (Tricresyl phosphate) นอกจากนี้แล้วการใช้พลาสติไซเซอร์ยังช่วยให้สามารถแปรรูปพีวีซีได้ที่อุณหภูมิต่ำลง

2. สารเพิ่มเสถียรภาพ (stabilizers) มีทั้งสารกันตัวออกซิไดส์ (antioxidants), สารเพิ่มเสถียรภาพต่อความร้อน (heat stabilizers) และสารเพิ่มเสถียรภาพต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV stabilizers) สารกันตัวออกซิไดส์ใช้เพื่อควบคุมการเกิดปฏิกิริยาระหว่างพีวีซีกับตัวออกซิไดส์ (oxidizing agent) ที่เรียกว่าออกซิเดชัน (oxidation) ซึ่งทำให้เกิดการสลายตัวของพีวีซี ส่วนสารเพิ่มเสถียรภาพต่อความร้อนใช้เพื่อเพิ่มความคงตัวต่อความร้อน (heat stability) ให้พีวีซีเนื่องจากกระบวนการแปรรูปต้องใช้ความร้อนสูง ส่วนสารเพิ่มเสถียรภาพต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ตป้องกันการสลายตัวทางเคมีและการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์พีวีซีขณะใช้งานในที่โล่งแจ้ง สารเพิ่มเสถียรภาพ

ที่ใช้กันอยู่ ได้แก่ คาร์บอนแบล็ค (carbon black) และสารประกอบของตะกั่ว (lead compound) เช่น สาร BLC (basic lead carbonate), สาร TBLS (tribasic lead sulphate) และสาร DBLPh (dibasic lead phthalate)

3. สารตัวเติม (fillers) อาจเป็นสารราคาถูกที่ใส่ลงไปเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต ได้แก่ เคลย์ (clay) และแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) หรือสารหน่วงไฟ (flame retardants) เช่น สาร antimony trioxide สารนี้จะทำให้เกิดภาวะช่วยเสริมการหน่วงไฟในพีวีซีที่เรียกว่า synergism โดยขณะที่เกิดการเผาไหม้ จะได้แก๊สหนักที่ปกคลุมไปทั่วพื้นผิวพลาสติก ไฟจึงไม่ลุกไหม้ต่อ หรือสารทำให้เกิดสี (colorants) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์พีวีซีที่มีสีสันสวยงาม

ผลิตภัณฑ์พีวีซีสามารถทำการแยกออกมาได้เป็นพลาสติไซเซอร์, สารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม และพีวีซีเรซิน โดยใช้วิธีทางเคมีตามขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 1 การสกัดพลาสติไซเซอร์ (Plasticizer Extraction)

โดยการใช้เครื่องสกัดแบบชอกเลต (Soxhlet apparatus) ดังแสดงในภาพที่ 1 เอทิลอีเทอร์ (ethyl ether) เป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัดและเวลาในการสกัด 6 ชั่วโมง สิ่งที่เหลือจากการระเหยตัวทำละลายเอทิลอีเทอร์ในขวดกลั่นก็คือพลาสติไซเซอร์ จากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก ปริมาณของพลาสติไซเซอร์เป็นร้อยละในตัวอย่างพีวีซี สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

พลาสติไซเซอร์, ร้อยละ = $\frac{\text{น้ำหนักพลาสติไซเซอร์ที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพีวีซี}} \times 100$

ขั้นตอนที่ 2 การแยกสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม (Separation of Stabilizers and Fillers)

โดยการนำตัวอย่างพีวีซีที่ผ่านการสกัดพลาสติกไซเซอร้ออกแล้ว มาละลายด้วยตัวทำละลายเตตระคลอโรอีเทน (tetrachloroethane) ทำการแยกส่วนที่ละลายในตัวทำละลายกับส่วนที่ไม่ละลาย (ตะกอน) ออกจากกันด้วยการเหวี่ยง (centrifuge) แล้วล้างตะกอนที่แยกได้ด้วยตัวทำละลายเตตระไฮโดรฟูแรน (tetrahydrofuran, THF) ตะกอนที่เหลือก็คือสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม จากนั้นอบตะกอนให้แห้งและชั่งน้ำหนัก เพื่อหาปริมาณของสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติมเป็นร้อยละในตัวอย่างพีวีซี ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

สารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม, ร้อยละ = $\frac{\text{น้ำหนักของสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพีวีซี}} \times 100$

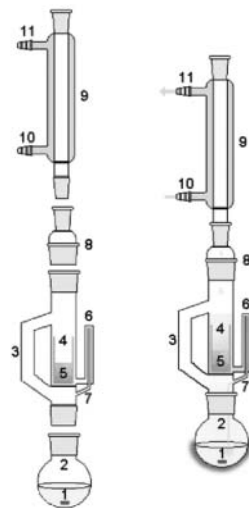
เมื่อนำปริมาณของพลาสติกไซเซอร้อและของสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติมไปหักออกจากหนึ่งร้อยค่าที่ได้ก็คือปริมาณพีวีซีเรซินในตัวอย่างพีวีซีนั่นเอง



ภาพที่ 1 เครื่องสกัดแบบชอกเลต

1. แท่งกวน (stirrer bar)
2. ขวดกลั่น (still pot)
3. คอนเดนเซอร์ (condenser)
4. ทิมเบิล (thimble)
5. สารที่จะทำการสกัด/ สารที่เหลือจากการสกัด (extraction solid/ residue solid)

กรมวิทยาศาสตร์บริการโดยโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมสามารถให้บริการทดสอบหาปริมาณขององค์ประกอบดังกล่าวได้ ผู้สนใจสามารถติดต่อขอรับบริการได้หรือสอบถามได้ที่โทร. 0 2201 7161



- 1 : Stirrer bar/anti-bumping granules
- 2 : Still pot (extraction pot)
- 3 : Distillation path
- 4 : Soxhlet Thimble
- 5 : Extraction solid (residue solid)
- 6 : Syphon arm inlet
- 7 : Syphon arm outlet
- 8 : Expansion adapter
- 9 : Condenser
- 10 : Cooling water in
- 11 : Cooling water out

เอกสารอ้างอิง

Additives for PVC. 2007. [Online.] [cited 25 September 2007] Available from Internet : http://www.baerlocher.de/uploads/tx_trbldownload/pb_pvc_additives_v2_int.pdf

American Society for Testing and Materials. Analysis of components in poly (Vinyl Chloride) compounds using an infrared spectrophotometric technique. D 2124-99. In **Annual book of ASTM standards : plastics (I)**.Vol. 08.01. Baltimore: ASTM, 2007. p.533-538.

Daniels, C.A. **Polymers: structure and properties**. Lancaster : Technomic Publishing, 1989. p.21-27.

Soxhlet extractor. 2007. [Online] [cited 25 September 2007] Available from Internet : http://en.wikipedia.org/wiki/Image:soxhlet_extractor.png

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาวัสดุศาสตร์. **วิทยาศาสตร์โพลิเมอร์ 1**. โดย เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร์. กรุงเทพมหานคร : [ม.ป.ท., ม.ป.ป.]

เอกสารอ้างอิง

American Society for Testing and Materials. Standard test method for optical emission vacuum spectrometric analysis of carbon and low -alloy steel. E 415-99a. In **Annual book of ASTM Standard (I)** : Analytical chemistry for metals, ores, and related materials Vol. 03.05. West Conshohocken : ASTM, 1999, p. 587 - 595.

_____. Standard test method for analysis of aluminum and aluminum alloys by atomic emission spectrometry. E 1251-2004. In Analytical Chemistry for Metals, Ores, and related Materials (I). **Annual book of ASTM Standard**, Vol. 03.05. West Conshohocken : ASTM, 2004, p. 699 - 708.

Australian Standard. Recommended practice for atomic emission spectrometric analysis. **AS 3641.1**. 1999, p. 1-24.

_____. Analysis of metals- procedures for the setting up, calibration and standardization of atomic emission spectrometers using arc/spark discharge. **AS 2883**. 1986, p. 1-12.

Skoog, DA., Holler, FJ., and Nieman, TA. **Principle of instrumental analysis**. 5th ed. Philadelphia : Harcourt Brace College Publishers, 1998, p 244-249.

Thomsen, V. B. E. **Modern spectrochemical analysis of metals: an introduction for users of arc/spark instrumentation**. [n.p] : ASM International.The Materials Information Society, 1994.