

## พลาสติกเอบีเอส

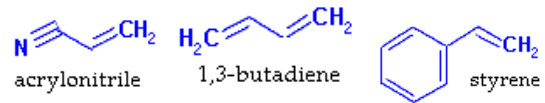
เรียบเรียงโดย นายสมานมิตร ยาวิจิตร  
นักวิจัย บริษัท อีพีจี อินโนเวชัน เซ็นเตอร์ จำกัด

ในอุตสาหกรรมการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกจะแยกพลาสติกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ hygroscopic resins เช่น ABS, PA, PC, PET, PC และ Non-hygroscopic resins เช่น PE, PP, PVC, PS โดยพลาสติกประเภท hygroscopic จำเป็นจะต้องมีกระบวนการอบเม็ดพลาสติกก่อนนำไปผลิต ซึ่งแตกต่างจากพลาสติกประเภท non-hygroscopic ที่ไม่จำเป็นต้องมีกระบวนการอบเม็ดก่อนการผลิต บทความนี้ผู้เขียนได้ทำการรวบรวมองค์ความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลาสติกประเภท hygroscopic resins โดยเฉพาะเจาะจงไปที่พลาสติก ABS โดยเริ่มตั้งแต่พลาสติก ABS คืออะไร ทำไมพลาสติกนี้จึงชอบดูดน้ำ การที่พลาสติกนี้ชอบดูดน้ำจะมีผลอย่างไรต่อกระบวนการผลิต และสามารถแก้ไขได้อย่างไร โดยผู้เขียนได้เขียนแยกเป็นหัวข้อ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถติดตามได้ง่าย ตามรายละเอียดด้านล่างต่อไปนี้

### - พลาสติกเอบีเอสคืออะไร ?

เอบีเอส (ABS) ย่อมาจาก Acrylonitrile butadiene styrene เป็นเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) ที่ได้จากการทำปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชันของโมโนเมอร์ 3 ชนิด คือ สไตรีน (styrene), อะคริโลไนไตรล์ (acrylonitrile) และโพลีบิวทาไดอีน (polybutadiene) ซึ่งโพลีเมอร์ที่ได้จะเรียกว่า เทอร์โพลีเมอร์ (terpolymer) โดยโมโนเมอร์แต่ละชนิดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ ABS ขึ้นมานั้น ล้วนมีผลต่อสมบัติของพลาสติก ABS ทั้งสิ้น อะคริโลไนไตรล์มีผลต่อสมบัติการทนความร้อนและสารเคมี บิวทาไดอีนมีผลต่อสมบัติความทนทานต่อแรงกระแทก (impact strength) และสไตรีนมีผลทำให้พลาสติกมีพื้นผิวเป็นมันเงาตัดแต่งวัสดุได้ง่ายและช่วยลดต้นทุน เนื่องจาก ABS เป็นพลาสติกที่ได้จากการนำโมโนเมอร์ 3 ชนิดมาผลิต ดังนั้นผู้ผลิตเอบีเอสจึงสามารถปรับเปลี่ยนสัดส่วนของโมโนเมอร์ทั้งสามชนิดเพื่อให้ได้สมบัติที่ต้องการ ซึ่งเอบีเอสที่จำหน่ายในท้องตลาด

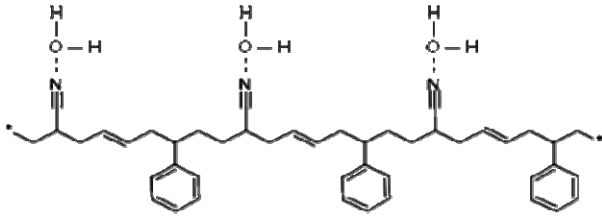
จะประกอบด้วยอะคริโลไนไตรล์ประมาณ 15-30% โพลีบิวทาไดอีน ประมาณ 5-30% สไตรีนประมาณ 45-75% และมีการใช้โมโนเมอร์บางชนิดเพื่อเพิ่มคุณสมบัติบางประการให้กับเอบีเอส เช่น bifunctional compounds (Isoprene, 2-Chloro-1,3-butadiene, Piperylene), monofunctional compounds ( $\alpha$ -Methylstyrene copolymer (high heat), N-Phenylmaleimidecopolymer (high heat), Ethylstyrene, Chlorostyrene, Methacrylonitrile, Acrylic acid, Ethyl acrylate) [1] จากสูตรการผลิตที่หลากหลายจึงทำให้มีการพัฒนาและคัดแยกพลาสติก ABS เป็นหลายเกรดเช่น High impact grades, Low-temperature impact grades, High-strength grade เป็นต้น



รูปที่ 1 โมโนเมอร์ที่ใช้ในการผลิต ABS

### - ทำไมพลาสติก ABS ชอบดูดความชื้น

ABS จัดเป็นพลาสติกที่มีขั้ว เนื่องจากในโครงสร้างมีหมู่ไนไตรล์ (nitrile) ที่มีลักษณะประจุบวก ซึ่งสามารถดึงดูดหมู่ oxygen atoms ที่เป็นประจุลบ จากโครงสร้างของน้ำ (ความชื้น (H<sub>2</sub>O)) ที่อยู่ในบรรยากาศ (ดังแสดงในรูปที่ 2) การดูดซับความชื้นของ ABS จะเป็นกระบวนการย้อนกลับได้ กล่าวคือเมื่อสภาพแวดล้อมมีความชื้นสูง เม็ดเอบีเอสจะดูดความชื้นเข้าไป และถ้าสภาพแวดล้อมมีความชื้นต่ำ ความชื้นในเม็ดพลาสติกก็จะระเหยออกมาจนถึงจุดที่เกิดความสมดุล (Equilibrium Moisture Content, EMC) จุดสมดุลนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในอากาศและชนิดของพลาสติก ABS แต่ละเกรดแตกต่างกันไป



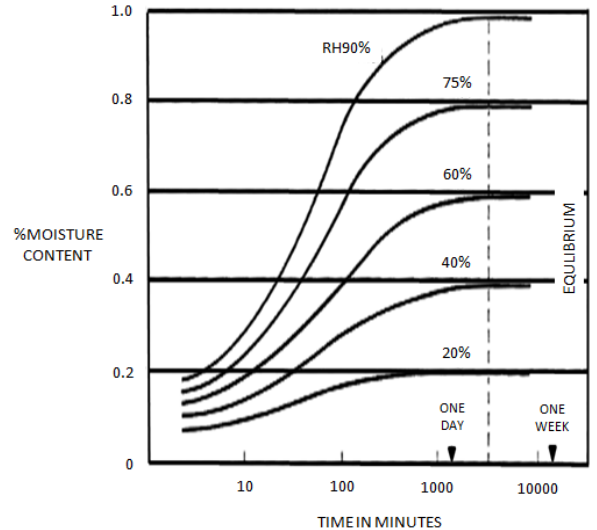
รูปที่ 2 แสดงภาพโครงสร้างของ ABS ที่มีผลต่อการดูดซับความชื้น

นอกจากนี้อีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับความชื้นของ ABS คือการนำ ABS ที่ผ่านกระบวนการผลิตมาเวียนใช้ (recycle) โดยขาดการควบคุมกระบวนการในการนำกลับมาใช้ใหม่และการจัดเก็บที่เหมาะสมเพียงพอ ABS ที่ผ่านกระบวนการผลิตมาแล้วจะถูกความร้อนและแรงเค้นซ้ำ ส่งผลให้สายโซ่ของ ABS มีโอกาสเกิดการเสื่อมสภาพ (degradation) ด้วยปฏิกิริยาแบบ free radical ได้หมู่ฟังก์ชัน O-H (Hydroxyl group) และ C=O (Carbonyl group) บริเวณตำแหน่งหมู่ไม่อิ่มตัวบนโครงสร้างของโพลิบิวทาไดอิน [2] ซึ่งหมู่ทั้งสองเป็นหมู่ที่เกิดจากการเสื่อมสภาพและเป็นหมู่ที่มีขั้ว ดังนั้นจะสามารถดึงดูดโมเลกุลของน้ำหรือความชื้นในบรรยากาศ ได้เหมือนกับหมู่ไนไตรล์ที่กล่าวไปข้างต้น ส่งผลทำให้พลาสติก ABS ที่ผ่านกระบวนการ recycle สามารถดูดซับปริมาณความชื้นได้มากขึ้นและมากกว่า ABS ใหม่

อัตราการดูดความชื้นของ ABS จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณความชื้นในอากาศ [3] ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เมื่อสภาวะอากาศมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ (RH, Relative Humidity) สูง พลาสติก ABS จะสามารถดูดความชื้นได้มาก
2. % ความชื้นที่จุดสมดุล (Equilibrium) แปรผันตรงกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ กล่าวคือ ยิ่ง %RH สูง พลาสติก ABS ก็จะมี %moisture content ที่จุดสมดุลสูงตามไปด้วย

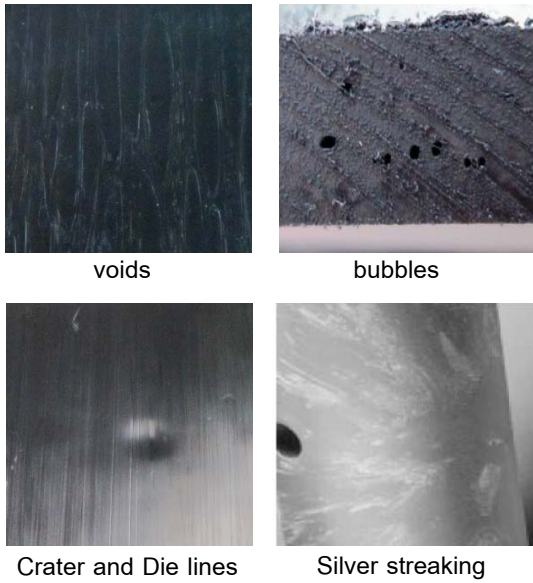
3. ที่ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ใด ๆ พลาสติก ABS จะใช้เวลาในการดูดความชื้น จนถึงจุด equilibrium ในเวลาไม่ถึง 1 สัปดาห์



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นในอากาศ (RH20%, RH40%, RH60%, RH75% และ RH90%) ต่อ % moisture content ที่เวลาต่างๆ

#### - ปัญหาจากการที่ ABS ดูดความชื้นมากเกินไป

ในกระบวนการแปรรูปพลาสติก ABS โดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิประมาณ 220 – 250°C ซึ่งที่อุณหภูมินี้ หากเม็ดพลาสติก ABS มีความชื้นอยู่ภายใน ความชื้นในเม็ดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำ กระจายอยู่ในเนื้อพลาสติก ส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องบนพื้นผิวของชิ้นงาน เช่น เกิดช่อง (Voids), ฟองอากาศ (bubbles), เกิดรอยเส้นตามแนวชิ้นงาน (die lines), เกิดหลุมบนพื้นผิว (craters or chicken tracks) ในงาน extrusion sheet หรือเกิดคราบวาวสีเงิน (Splay or silver streaking) ในงาน injection moulded parts [3] เป็นต้น



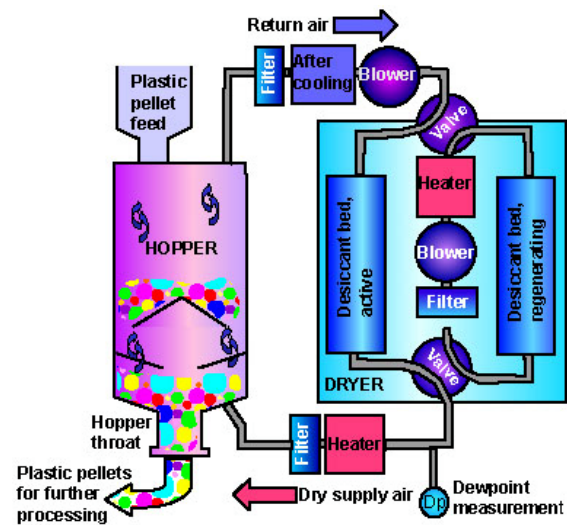
รูปที่ 4 แสดงปัญหาต่างๆที่เกิดจากความชื้นของ ABS

- การแก้ไขปัญหาจากความชื้นภายในเม็ด ABS

ความชื้นภายในเม็ด ABS จะถูกกำจัดได้ด้วยการอบแบบ dehumidifying dryers ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยความชื้นหลังการอบควรอยู่ที่ 0.02% (สำหรับงาน extrusion sheet, pipe, profile) และ 0.05% (สำหรับงาน injection moulding) [3] ซึ่งปัจจัยที่ต้องควบคุมเพื่อลดปริมาณความชื้นภายในเม็ด ABS มีดังนี้

- เวลาในการอบ
- อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ (อุณหภูมิสูง → ใช้เวลาในการอบน้อย)
- การตั้งอุณหภูมิจุด dew point (dew point สูง → ใช้เวลาในการอบนาน)
- ขนาดและรูปร่างของเม็ดพลาสติก (ขนาดใหญ่ → ใช้เวลาในการอบนาน)
- ปริมาณความชื้นของเม็ดพลาสติกก่อนอบ (ความชื้นมาก → ใช้เวลาในการอบนาน)
- อัตราการไหลของอากาศ ( Air flow สูง → ใช้เวลาในการอบน้อย)

เครื่องอบแบบ dehumidifying dryers จะอาศัยหลักการทำงานโดยการลดความชื้นในอากาศด้วยการควบคุมอุณหภูมิ dew point (Dew point คืออุณหภูมิที่ความชื้นจะอิ่มตัวในมวลอากาศและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำค้าง) โดยอากาศธรรมดาจะถูกผ่านเข้าสู่กระบวนการ dryers ซึ่งจะมีการกำหนดอุณหภูมิ dew point เพื่อให้ความชื้นเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ อากาศแห้งที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่ส่วนปรับอุณหภูมิ (heater) และส่งอากาศร้อนเข้าสู่ hopper เพื่ออบเม็ดพลาสติกต่อไป (ดังแสดงในรูปที่ 5)



รูปที่ 5 แสดงหลักการการทำงานของเครื่องอบพลาสติกแบบ dehumidifying dryers [4]

พลาสติก ABS จะใช้อุณหภูมิในการอบ ประมาณ 80 – 90 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิ dew point ประมาณ -20 ถึง -40 องศาเซลเซียสและใช้เวลาอบประมาณ 3 – 5 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกรด, ความชื้นของเม็ดก่อนอบ และขนาดของเม็ดพลาสติก ซึ่งโดยปกติ พลาสติกจะมีคู่มือจากผู้ผลิตบอกถึงอุณหภูมิ, เวลาที่เหมาะสมในการอบ แต่เม็ดพลาสติก ABS ที่ผ่านการเวียนใช้ในกระบวนการผลิต (Recycle or regrind) จะพบปัญหาจากความชื้นค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจากการบดเศษพลาสติกที่มีขนาดใหญ่และไม่เท่ากัน รวมถึงการจัดเก็บที่ไม่ได้มาตรฐานทำให้ความชื้นซึมเข้าสู่

เม็ดพลาสติกจนถึงจุดอิ่มตัว ดังนั้นเม็ดพลาสติกประเภทนี้จึงจำเป็นต้องเพิ่มเวลาในการอบให้มากขึ้น

#### - การจัดเก็บรักษาเม็ด Recycle ABS ก่อนใช้งาน

การเก็บรักษาเม็ด Recycle ABS ก่อนใช้งานนั้น ควรต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นของสถานที่จัดเก็บ หากไม่มีการควบคุมสภาวะแวดล้อม ก็ควรมีการควบคุมความชื้นของเม็ด ABS ก่อนจะนำมาใช้งานให้อยู่ในค่าที่กำหนด หากยังไม่ได้ค่าความชื้นตามที่กำหนดก็ควรทำการอบเพื่อไล่ความชื้นต่อไปให้ความชื้นลดลง เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาจากผลของความชื้นระหว่างกระบวนการขึ้นรูป ทั้งนี้โดยปกติที่ผู้ผลิตเม็ดพลาสติก จะทำการจัดเก็บรักษาเม็ด Virgin ABS โดยจัดเก็บในถุงสุญญากาศ (Vacuum bag), เก็บในถุง PP หรือ จัดเก็บในถุง HDPE แล้วบรรจุในกระสอบ PP เคลือบกระดาษ เป็นต้น ทั้งนี้ควรหลีกเลี่ยงการบรรจุในถุง LDPE เนื่องจาก LDPE มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของ Oxygen และความชื้นสูงกว่า HDPE และ PP [5]

#### เอกสารอ้างอิง

[1] Johannes, Karl Fink. (2010). Chapter VIII: Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Polymers. Handbook of Engineering and Specialty Thermoplastic Polyolefins and Styrenics. Montanuniversitat Leoben, Austria

[2] Dariush S. and Heidar R. (2008). Study on the recycling of ABS resins: simulation of reprocessing and thermo-oxidation. Iranian Polymer Journal. 17: 599-610.

[3] "A Guide to ABS Pellet Drying" A available at <http://marplex.com.au/technical/> [online] retrieved 25 March 2013

[4] "Dewpoint Measurement in Plastics Drying" A available at <http://www.vaisala.com/en/industrialmeasurements/applications/plasticsdrying/Pages/default.aspx> [online] retrieved 25 March 2013

[5] Pauly S. (1991). Chapter VI: Permeability and Diffusion Data. Polymer Handbook (4<sup>th</sup> Edition). John Wiley & Sons.