

ผลกระทบของสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่น ต่อความใสของฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ

Effect of Antiblock and Slip Agent on the Clarity of Low Density Polyethylene Film

น.ส. วาริยา อริยชาติผดุงกิจ 51054476

ผศ.ดร. อภิรัตน์ เลาห์บุตรี

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร 0-2982-5555 ต่อ 2102-4 โทรสาร 0-2955-1811 E-mail: fengapl@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ถุงฟิล์มที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มักประสบปัญหาการติดกันของแผ่นฟิล์ม จึงได้มีการเติมสารป้องกันการยึดติด และสารทำให้ลื่นก่อนกระบวนการผลิตเป็นแผ่นฟิล์มเพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว แต่การเติมสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่นในปริมาณที่ไม่เหมาะสม ส่งผลต่อความใสของแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อเลือกชนิดและอัตราส่วนของสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่นที่เหมาะสม ที่จะทำให้แผ่นฟิล์มมีความใสมากที่สุด โดยทำการศึกษาสารป้องกันการยึดติด 4 ชนิด (ชนิด A, B, C และ D) และสารทำให้ลื่น (ชนิด E) พบว่า สารป้องกันการยึดติดชนิด A และ B ทำให้แผ่นฟิล์มมีความใสมากที่สุด ในอัตราส่วนของสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่นที่ 1200:500 และ 1500:600 ตามลำดับ

คำสำคัญ: สารป้องกันการยึดติด, สารทำให้ลื่น, ความใส, แผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ

Abstract

The bags films using in present time have faced the problem of the sticking between films. To solve this problem, an antiblocking agent and a slip agent are added to plastic before processing as the bag films. However, the ratio between both additives effects to the clarity of the low density polyethylene film. The aim of this work is to clarify the suitable antiblocking agents and the appropriate ratio between an antiblocking agent and a slip agent on the clarity of films. Four antiblocking agents (A, B, C and D) and a slip agent (E) are used to study. Two antiblocking agents (A and B) are found to be the suitable additives. In addition, the ratio of antiblocking agent (A and B) to a slip agent (E) are 1200:500 ppm and 1500:600 ppm, respectively.

Keywords: Antiblocking agent, Slip agent, Clarity, Low density polyethylene film

1. บทนำ

ถุงฟิล์มที่ใช้กันในชีวิตประจำวัน เช่น ถุงร้อน ถุงซิปลิผลิตมาจากพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ซึ่งสามารถผลิตเป็นแผ่นฟิล์มที่มีความเรียบและบางได้ แต่มักประสบปัญหาการติดกันของแผ่นฟิล์ม ทำให้ไม่สามารถเปิดปากถุงได้ จึงได้มีการเติมสารป้องกันการยึดติด และสารทำให้ลื่นลงไปเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

แม้ว่าการเติมสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่นลงไปจะทำให้ปัญหาการติดกันของแผ่นฟิล์มลดน้อยลง แต่การเติมสารทั้งสองชนิดลงไปปริมาณที่มากเกินไป จะส่งผลต่อความใสของแผ่นฟิล์ม โดยจะไปลดความใส ทำให้แผ่นฟิล์มมีความขุ่นที่มากขึ้น

เนื่องจากบริษัท ปตท. เคมีคอล จำกัด (มหาชน) ต้องการปรับปรุงสูตรการผลิตแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ ให้มีความใสมากขึ้น ทางผู้วิจัยจึงขออาสาทำงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนแรกเป็นการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่นที่จะส่งผลให้แผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำมีความใสสูงสุด โดยใช้สารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่นชนิดเดิมที่ทางบริษัท ใช้อยู่ และในส่วนที่สองเป็นการศึกษาหาชนิดของสารป้องกันการยึดติดชนิดใหม่ ที่ทำให้แผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นต่ำมีความใสสูงสุด โดยใช้สารทำให้ลื่นชนิดเดิมที่ทางบริษัท ปตท. เคมีคอล ใช้อยู่

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

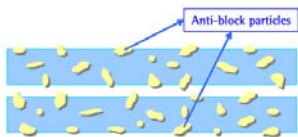
2.1 พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (LowDensity Polyethylene, LDPE)

พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ มีความหนาแน่นอยู่ที่ 0.910-0.940 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีโครงสร้างโมเลกุลที่มีกิ่งก้านสาขาออกมาจากสายโซ่หลักเป็นจำนวนมาก ทำให้โครงสร้างของพอลิเอทิลีนชนิดนี้จัดเรียงตัวกันอย่างหลวมๆ การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดปฏิกิริยาแบบถูกโซ่อนุมูลอิสระ ที่อุณหภูมิและความดันที่สูง [1]

2.2 สารเติมแต่งในพอลิเมอร์

2.2.1 สารป้องกันการยึดติด (Antiblocking agent)

สารป้องกันการยึดติดเป็นสารที่ทำหน้าที่เพิ่มความขรุขระให้กับผิวฟิล์ม ทำให้ผิวฟิล์มไม่มีสภาพเป็นสูญญากาศ และสามารถแยกออกจากกันได้ง่ายขึ้น ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะของแผ่นฟิล์มภายใต้สารป้องกันการยึดติด [2]

2.2.2 สารทำให้ลื่น (Slip agent)

สารทำให้ลื่นเป็นสารที่ช่วยลดค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างผิวฟิล์ม ทำให้ผิวฟิล์มมีความลื่น และสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย [3]

2.4 ความใส (Clarity)

ในการนิยามความใสเป็นไปค่อนข้างยาก เนื่องจากแต่ละคนมีความสามารถในการมองเห็นที่แตกต่างกัน แต่สามารถที่จะวัดค่าได้โดยอาศัย ASTM D-1003 ซึ่งเป็นการวัดการส่องผ่านและการกระเจิงของพลาสติกที่โปร่งใส โดยทั่วไปแล้ว ถ้าแสงสามารถส่องผ่านได้ร้อยละ 85 จะนิยามได้ว่าเป็นวัตถุที่ใส [4]

2.6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความใสของแผ่นฟิล์ม [4,5]

- 1.) คำนีการหักเหของแสง
- 2.) ขนาดอนุภาคของสารเติมแต่ง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ

วัตถุดิบ

1. เม็ดพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ
2. สารป้องกันการยึดติดชนิด A, B, C และ D

3. สารทำให้ลื่นชนิด E

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องฉีดเป่าขึ้นรูป (Blown film) ผลิตโดย Kromer
2. เครื่องผสมเม็ดพลาสติก (High speed mixer) ผลิตโดย Caccia รุ่น CP0100B
3. เครื่องหลอมอัดรีดชนิดเกลียวหนอนคู่ (Twin screw extruder) ผลิตโดย Brabender รุ่น D-4100
4. เครื่องตัดเม็ดพลาสติก ผลิตโดย Brabender รุ่น D-47055
5. เครื่องวัดความหนาของแผ่นฟิล์ม (Micro-thickness) ผลิตโดย Mitutoyo Corp รุ่น ID-C112EBS
6. เครื่องวัดสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (Friction tester) ผลิตโดย Toyoseiki รุ่น TR-2
7. เครื่องวัดความขุ่นของพลาสติก (Haze meter) ผลิตโดย BYK Gardner รุ่น 107821
8. เครื่องวัดความมันเงาของพลาสติก (Micro-gloss meter) ผลิตโดย BYK Gardner รุ่น 1031996
9. เครื่องชั่งสาร (Balance) ผลิตโดย Sartorius รุ่น ED22002s

4. วิธีการดำเนินโครงการ

จะทำการขึ้นรูปแผ่นฟิล์มทั้งหมด 12 ชนิด โดยส่วนแรกที่จะทำการศึกษาคือแผ่นฟิล์มเกรด F1-F9 และส่วนที่สองคือแผ่นฟิล์มเกรด F10-F12 ซึ่งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันที่สัดส่วนของสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัดส่วนของสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่น

สูตรที่	ปริมาณของ Antiblock (ppm)	ปริมาณของ Slip agent (ppm)
F1 (Ref)	1800	600
F2	1500	600
F3	1200	600
F4	1800	800
F5	1500	800
F6	1200	800
F7	1800	500
F8	1500	500
F9	1200	500
F10	1500	600
F11	1500	600
F12	1500	600

เมื่อขึ้นรูปแผ่นฟิล์มเรียบร้อยแล้ว จะนำแผ่นฟิล์มที่ได้ไปทดสอบความใสด้วยเครื่อง haze meter

5. ผลการดำเนินโครงการและวิจารณ์

ผลการทดสอบความใสสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความใสของแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีน

ตัวอย่าง	สารป้องกันการยึดยึด	สารทำให้ลื่น	%Haze
ไม่เติมสารเติมแต่ง	-	-	6.28
F1	1800	600	8.8
F2	1500	600	8.0
F3	1200	600	7.2
F4	1800	800	10.1
F5	1500	800	8.3
F6	1200	800	7.5
F7	1800	500	7.7
F8	1500	500	7.3
F9	1200	500	6.7
F10	1500	600	6.5
F11	1500	600	7.0
F12	1500	600	7.1

ในส่วนแรก ตัวอย่าง F1-F9 เป็นการใส่สารป้องกันการยึดยึดชนิด A และ สารทำให้ลื่นชนิด E ซึ่งเป็นสารที่ทางบริษัท ปตท. เคมีคอล จำกัด (มหาชน) ใช้อยู่ เมื่อพิจารณา กลุ่มตัวอย่างที่มีปริมาณสารทำให้ลื่นที่เท่ากัน เช่น กลุ่มตัวอย่าง F1 F2 และ F3 ซึ่งมีปริมาณสารทำให้ลื่น 600 ppm เท่ากัน พบว่าค่าความขุ่นจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณสารป้องกันการยึดยึดเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาที่มีปริมาณของสารป้องกันการยึดยึดที่คงที่ เช่น ที่มีปริมาณสารป้องกันการยึดยึด 1800 ppm แล้วดูปริมาณสารทำให้ลื่นที่เปลี่ยนไป พบว่าเมื่อมีปริมาณสารทำให้ลื่นที่เพิ่มขึ้น ความขุ่นก็จะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เนื่องมาจาก การเคลื่อนที่มายังผิวของแผ่นฟิล์มของสารทำให้ลื่นเมื่อเวลาผ่านไป จะพบฝ้า หรือคราบสีขาวเกาะอยู่บนแผ่นฟิล์มนั้นเป็นผลเนื่องมาจากการมีปริมาณสารทำให้ลื่นที่มาก การเคลื่อนที่มายังผิวก็มากขึ้น ทำให้คราบฝ้าสีขาวเพิ่มมากขึ้น แผ่นฟิล์มจึงมีความขุ่น

ดังนั้นจากผลการทดลองแผ่นฟิล์มเกรด F9 จึงมีความใสที่มากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณสารป้องกันการยึดยึดและสารทำให้ลื่นที่น้อย

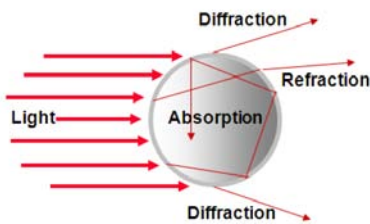
ในส่วนที่สอง ทำการศึกษาสารป้องกันการยึดยึดชนิดใหม่ เทียบกับสารป้องกันการยึดยึดชนิดเดิม ที่ทำให้แผ่นฟิล์มมีความใสสูงที่สุด ที่อัตราส่วนระหว่างสารป้องกันการยึดยึดและสารทำให้ลื่น 1500 : 600 ppm ในที่นี้คือตัวอย่างฟิล์มเกรด F2, F10, F11 และ F12 พบว่าแผ่นฟิล์มที่มีความใสที่มากที่สุดคือ แผ่นฟิล์มเกรด F10 ทั้งนี้เนื่องมาจากสารป้องกันการยึดยึดแต่ละชนิดมีขนาดอนุภาคและดัชนีหักเหของแสงไม่เท่ากัน ยิ่งถ้ามีขนาดอนุภาคที่เล็ก และมีค่าดัชนีหักเหของแสงที่ใกล้เคียงกับแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนที่ไม่เติมสารเติมแต่งใดๆ จะทำให้แผ่นฟิล์มมีความใสที่มาก ซึ่งขนาดอนุภาคและดัชนีหักเหของแสงของสารป้องกันการยึดยึดแต่ละชนิดแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมบัติของสารป้องกันการยึดยึดแต่ละชนิด

	Type A	Type B	Type C	Type D
Particle size (micrometre)	10	3.99	-	4.0
Refractive index	-	1.53	1.46	-

เมื่อทำการพิจารณาที่ค่าดัชนีการหักเหของแสง ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความใสของแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีน พบว่าสารป้องกันการยึดยึดชนิด B มีค่าดัชนีการหักเหของแสง ใกล้เคียงกับแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.51 จึงทำให้แผ่นฟิล์มที่มีส่วนประกอบของสารป้องกันการยึดยึดชนิดนี้ มีความใสที่มากที่สุด นั่นคือแผ่นฟิล์มเกรด F10 ส่วนสารป้องกันการยึดยึดชนิด A และ D คาดว่าน่าจะมีค่าดัชนีการหักเหของแสงที่มีค่าแตกต่างจากแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีน แสงเกิดการกระเจิงออกในปริมาณที่มาก จึงทำให้ความใสน้อยกว่าแผ่นฟิล์มที่ประกอบด้วยสารป้องกันการยึดยึดชนิด B

เมื่อพิจารณาขนาดอนุภาคซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความใสของแผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนสารป้องกันการยึดยึดชนิด A มีขนาดอนุภาคที่ใหญ่ที่สุด ทำให้แสงที่ผ่านเข้ามา เกิดการดูดซับภายใน โมเลกุล และสะท้อนออกไปมากกว่าสารป้องกันการยึดยึดที่มีอนุภาคขนาดเล็ก แสดงดังรูปที่ 37 ดังนั้น แผ่นฟิล์มที่มีขนาดอนุภาคของสารป้องกันการยึดยึดที่เล็กที่สุด จะทำให้แผ่นฟิล์มที่ได้มีความใสที่มากที่สุด ในที่นี้คือ สารป้องกันการยึดยึดชนิด B ทำให้แผ่นฟิล์มพอลิเอทิลีนมีความใสที่มากที่สุด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การกระเจิงของแสงในอนุภาคที่ใหญ่ [6]

6. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาส่วนแรก คือตัวอย่าง F1-F9 ฟิล์มมีความใสมากที่สุดที่อัตราส่วนระหว่างสารป้องกันการยึดติด และสารทำให้ลื่นเท่ากับ 1200:500 ppm หรือ 12:5 โดยค่าความขุ่นที่วัดได้มีค่าเท่ากับร้อยละ 6.7

ส่วนที่สองเป็นการศึกษาชนิดของสารป้องกันการยึดติดชนิดใหม่ที่ทำให้ความใสมีค่าสูงสุด คือพิจารณาอัตราส่วนระหว่างสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่นที่ปริมาณเท่ากัน คือ 1500 : 600 ตัวอย่าง F2, F10, F11 และ F12 พบว่าสารป้องกันการยึดติดชนิด B จะทำให้ฟิล์มมีความใสที่มากที่สุดที่อัตราส่วนระหว่างสารป้องกันการยึดติดและสารทำให้ลื่นที่เท่ากันคือ 1500 : 600 ppm หรือ 5:2 คือมีค่าความขุ่นเท่ากับร้อยละ 6.5

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ช่วยสนับสนุนในการทำโครงการวิจัย ซึ่งความสำเร็จในครั้งนี้เกิดขึ้นได้เนื่องจากทางผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ คำปรึกษา และแนวทางในการแก้ปัญหาจาก ผศ.ดร. อภิรัตน์ เลาห์บุตร อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ขอขอบพระคุณ อ.ดร. อมรรัตน์ เดิศวรศิริกุล และ อ.ดร. ฉัตรชัย วีระนิตินกุล กรรมการปริญญานิพนธ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณบริษัท ปตท. เคมีคอล จำกัด (มหาชน) ที่ช่วยเหลือเพื่อสารเคมี และเครื่องมือในการทดสอบ และ นายวรงค์ ขาวประพันธ์ นักเคมี ที่คอยให้คำแนะนำตลอดการวิจัย

ขอบคุณพ่อแม่ ที่คอยให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจเสมอมา

นอกจากนี้ยังขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัย ทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Introduction to PE and LDPE, in PTTPE LDPE PLANT PROJECT Internal Training, Sirichai, Editor. 2011: PTTPE.
2. <http://www.ampacet.com/usersimage/File/.../antiblocks.pdf>
3. F. Wylin, U., Everberg, Slip Additives, in Additives for Polymers.
4. Industrial, z. Optical Clarity of Fluoropolymers. 2005 [cited 2012 28 January]; Available from: www.zeusinc.com/UserFiles/.../Zeus_Optical_Clarify.pdf.
5. Judy Hahn, J.G., John Kosin and Grace Li, Formulating High Performance LLDPE Blown Films With Optibloc® High Clarity Antiblocks. 2005.
6. Series Laser Diffraction Particle Size Analyzers. [cited 2012 13 January]; Available from: http://www.bsk-bio.co.kr/bbs/skin/ujs_gallery_v3020/php/print.php?no=65&id=recommend_product