

การแยกสีและการนำผ้านอวูฟเวนโพลีเอสเตอร์มาใช้ใหม่

Decolouring and Re-use of Polyester Nonwoven Fabrics

ฐานิยา ทองพรหม ภาณิตมาศ กำลังดัดสนะ วรมน สุนทรภัก และ วิมลรัตน์ ศรีจรัสสิน*

Thaniya Thongprom Panittamat Kumlangdudsana Voramon Soonthonpuk and Wimonrat Sricharussin

*ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

Department of Materials Science and Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology,

Silpakorn University, E-mail : wimonrat@su.ac.th

บทคัดย่อ

ผ้าโพลีเอสเตอร์ถูกย้อมด้วยสี Disperse Dye ในการทดลองแยกสีออกจากผ้าใช้สาร 2 ชนิด คือ Toluene และ Trichloroisocyanuric acid (TCCA) ที่มีความเข้มข้น 5 M ร่วมกับ ECE Colour Fastness test Detergent พบว่า ผ้าที่มีสีอ่อนสามารถแยกสีออกมาได้เป็นผ้าสีขาว แต่สำหรับผ้าสีเข้มจะได้ผ้าที่มีสีอ่อนลงเท่านั้น และจากการตรวจสอบคุณสมบัติการไหล (Melt Flow Index) ของผ้าหลังการแยกสี พบว่า ผ้าที่ผ่านการแยกสีแล้วจะมีค่า Melt Flow Index เพิ่มขึ้นจากเดิม และจากการวิเคราะห์ Carboxylic End Group ผ้าที่ผ่านการแยกสีแล้วจะมีจำนวนหมู่ Carboxylic มากกว่าผ้าก่อนการแยกสี นั่นคือ ผ้ามีความแข็งแรงลดลงเนื่องจากการทำปฏิกิริยากับสารเคมี

คำสำคัญ (Keywords) : การแยกสี, โพลีเอสเตอร์, Trichloroisocyanuric acid (TCCA), Toluene

1. บทนำ

ผ้าโพลีเอสเตอร์นอวูฟเวนนั้นมีการนำไปใช้งานในด้านต่างๆ ได้มากมายนับจากเสื้อผ้าสวมใส่เพื่อความสวยงาม เสื้อผ้าทำงาน เสื้อสุท กระโปรง ผ้า màn ผ้าตก แต่งเฟอร์นิเจอร์ เนคไท ไปจนถึงพรม นับเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูงสามารถทำจีบถาวรด้วยความร้อน ทำเส้นด้ายเทกซ์เจอร์ ชักได้ด้วยเครื่องชักและไม่ต้องรีด ภายหลังการชัก ในการตัดผ้าจะมีเศษที่เหลือจากการตัดเป็นผ้าหลากหลายสีต่างๆกัน จากเดิมได้นำเศษผ้าเหล่านี้มารีไซเคิลเป็นเม็ดพลาสติกเพื่อนำไปฉีดเป็นเส้นใยแล้วนำมาผลิตเป็นผ้าอีกครั้งโดยใช้อัตราส่วนระหว่างเม็ดพลาสติกไซเคิลต่อเม็ดพลาสติกเวอร์จินเป็น 10:90 พบว่าเม็ดพลาสติกรีไซเคิลที่นำไปผสมกับเม็ดพลาสติกเวอร์จินนั้นมีสีเข้มและไม่สม่ำเสมอซึ่งเกิดจากการผสมกันของเศษผ้าหลายสีจึงจำเป็นต้องเติมสีต่ำลงไปเพื่อให้ได้เม็ดพลาสติกสีเดียวกันแต่พบว่าการนำไปผลิตเป็นผ้า

จะได้เฉพาะผ้าสีต่ำเท่านั้นซึ่งการนำเศษผ้าสีต่างๆ มาทำการแยกสีก่อนนำไปรีไซเคิลจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ

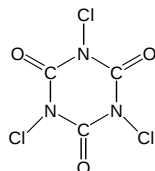
จากรายงานการวิจัยของ Bel'tsov และคณะ (1971) พบว่าการฟอกขาวเส้นใยโพลีเอสเตอร์สามารถใช้ Trichloroisocyanuric acid (TCCA) เป็นสารฟอกขาว

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกสาร 2 ชนิดใช้ในการแยกสีออกจากผ้าโพลีเอสเตอร์คือ Trichloroisocyanuric acid (TCCA) และ Toluene โดยการนำผ้าไปต้มในสารละลาย TCCA และใน Toluene จนสีจางหายไปและหลังจากนั้นนำผ้าที่ได้ไปทดสอบสมบัติด้านการไหลด้วยการใช้เครื่อง melt flow indexer และหาปริมาณ carboxylic acid end groups ด้วยการใช้ไทเทรต

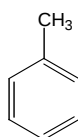
2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุ

ผ้าที่ใช้ได้รับความอนุเคราะห์จากบ. TIETEX ASIA , LTD.. ประกอบด้วยผ้า 3 สี คือ สีเทา, สีน้ำเงิน และสีดำ Trichloroisocyanuric acid (TCCA) ซึ่งมี Molecular formular $C_3N_3O_3Cl_3$, Molecular weight 232.44, Available Minimum Chlorine 90%, pH 2.7-3.3 และมีสูตรโครงสร้าง ดังนี้



Toluene มี Molecular formular C_7H_8 , Molecular weight 92.14, mp $-95^{\circ}C$, bp $110.6^{\circ}C$, Density 0.866 และมีสูตรโครงสร้าง ดังนี้



และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองทุกตัวเป็นเกรดห้องปฏิบัติการ

2.2 การแยกสีผ้า

นำผ้า 3 กรัม ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ลงในขวดกันกลม 3 คอ ขนาด 250 ml เติม Toluene ปริมาตร 50 ml ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ $100-110^{\circ}C$ จนกระทั่งผ้าสีจางลง อีกวิธีจะใช้สาร Trichloroisocyanuric acid ความเข้มข้น 5 M ร่วมกับ ECE Colour Fastness test Detergent ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ $90-100^{\circ}C$ สังเกตจนกระทั่งสีของผ้าจางลง

2.3 การทดสอบ

ศึกษาสมบัติด้านพฤติกรรมการไหลด้วยเครื่อง Melt Flow Indexer ตามมาตรฐาน ASTM D1238 และทำการหาปริมาณ carboxylic end groups โดยการไตเตรท

3. ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองแยกสีออกจากผ้าด้วย Toluene ใช้เวลาในการแยกสีออกจากผ้าสีเทา 30 นาที ผ้าสีน้ำเงินและสีดำ 3 ชั่วโมง ผ้าสีเทาจะเปลี่ยนเป็นสีขาวและสาร

ละลาย Toluene จะมีสีเทาเจือปน ผ้าสีน้ำเงินผ้าจะมีสีอ่อนลงจนเกือบขาวแต่บริเวณขอบยังมีสีน้ำเงินอยู่และสีของสารละลาย Toluene จะมีสีน้ำเงินเข้ม ส่วนผ้าสีดำผ้าจะมีสีอ่อนลงและสีของสารละลาย Toluene จะมีสีดำ ทั้งนี้เนื่องจาก Toluene มีโครงสร้างทางเคมีที่ไม่มีขั้ว เช่นเดียวกับสี Disperse dye ที่ย้อมผ้าโพลีเอสเตอร์ทำให้สีสามารถหลุดออกมาจากผ้าและละลายในสารละลาย Toluene ได้ สำหรับการให้ TCCA ร่วมกับ ECE ในการแยกสีออกจากผ้าใช้เวลาเท่ากันคือ 25-30 นาที พบว่าผ้าสีเทาหลังการทดลองได้ผ้าสีขาว ส่วนผ้าสีน้ำเงินลักษณะของผ้าที่ได้จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม และผ้าสีดำจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ส่วนสารละลายไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเจือปนของสีต่างๆออกมา แสดงว่าการทำงานของ TCCA เป็นการฟอกขาวผ้า และทำให้สีเปลี่ยนโครงสร้างไป

จากการตรวจสอบสมบัติการไหล (Melt Flow Index)ของผ้าหลังการแยกสีได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่1 ค่า Melt Flow Index ของผ้าก่อนและหลังการแยกสี (ASTM D1238)

ตัวอย่าง	MFI (g/10min)
ผ้าสีเทาก่อนการทดลอง	273.53 ± 13.49
ผ้าสีน้ำเงินก่อนการทดลอง	243.55 ± 13.00
ผ้าสีดำก่อนการทดลอง	457.53 ± 19.45
ผ้าสีเทาหลังการแยกสีด้วย Toluene	295.13 ± 3.68
ผ้าสีน้ำเงินหลังการแยกสีด้วย Toluene	334.78 ± 1.90
ผ้าสีดำหลังการแยกสีด้วย Toluene	535.59 ± 2.58
ผ้าสีเทาหลังการแยกสีด้วย TCCA	689.84 ± 19.63
ผ้าสีน้ำเงินหลังการแยกสีด้วย TCCA	1121.44 ± 35.00

จากตารางที่ 1 พบว่าผ้าที่ผ่านการแยกสีด้วย Toluene มีค่า MFI ไม่แตกต่างจากผ้าก่อนการแยกสี ออกแต่สำหรับผ้าที่ผ่านการแยกสีด้วย TCCA ค่า MFI จะมีค่าสูงมากและสำหรับผ้าสีดำไม่สามารถวัดค่า MFI ได้เนื่องจากมีการไหลที่เร็วมาก

ผลการทดสอบ Carboxylic End Group ของผ้า ก่อนและหลังการแยกสี พบว่า ผ้าที่ผ่านการแยกสีด้วย Toluene และ TCCA มีจำนวนหมู่ Carboxylic End Group มากขึ้นจากผ้าก่อนการแยกสีดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งยืนยันว่าสายโซ่โมเลกุลของผ้าโพลีเอสเตอร์หลัง การแยกสีถูกตัดให้สั้นลง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ Carboxylic End Group

ตัวอย่าง	ปริมาณ Carboxylic End Group (mole per 10 ⁶ g)
ผ้าสีเทาก่อนการทดลอง	23.71 ± 2.79
ผ้าสีน้ำเงินก่อนการทดลอง	27.75 ± 1.74
ผ้าสีเทาหลังการแยกสีด้วย Toluene	37.01 ± 3.70
ผ้าสีน้ำเงินหลังการแยกสีด้วย Toluene	39.70 ± 2.12
ผ้าสีเทาหลังการแยกสีด้วย TCCA	44.44 ± 1.24
ผ้าสีน้ำเงินหลังการแยกสีด้วย TCCA	65.62 ± 0.19

4. สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองใช้ผ้า 3 สี ได้แก่ สีเทา, สีน้ำเงิน และ สีดำ ซึ่งสีของผ้าที่ได้หลังจากที่ทำการแยกสีด้วย Toluene สำหรับผ้าสีเทาจะได้ผ้าสีขาว ผ้าสีน้ำเงินได้ เป็นผ้าที่มีสีอ่อนลงจนเกือบขาวแต่บริเวณขอบยังมีสีน้ำเงินอยู่ ส่วนผ้าสีดำผ้าที่ได้มีสีที่อ่อนลง และสำหรับผ้าที่ ผ่านการแยกสีด้วย Trichloroisocyanuric acid ผ้าสีเทา, ผ้าสีน้ำเงินและผ้าสีดำจะเปลี่ยนเป็นสีขาว, สีเหลืองอม ส้มและสีน้ำตาลตามลำดับ จากการทดสอบคุณสมบัติ

ของผ้าที่ผ่านการแยกสีด้วยสารทั้ง 2 ชนิด โดยพิจารณา จากผลการทดสอบด้วยเครื่อง Melt Flow Indexer และ การวิเคราะห์ด้วยการหาปริมาณ Carboxylic end groups ด้วยกระบวนการไทเทรตพบว่าผ้าที่ผ่านการ แยกสีแล้วมีความหนืดน้อยกว่าผ้าก่อนทำการแยกสี และเกิดการแตกหักของสายโซ่ มากกว่าผ้าก่อนทำการ แยกสี ซึ่งผ้าที่ผ่านการทดลองด้วย Toluene มีความ หนืดมากกว่าและเกิดการแตกหักของสายโซ่น้อยกว่าผ้า ที่ผ่านการทดลองด้วย Trichloroisocyanuric acid

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท TIETEX ASIA , LTD.. ที่ให้ ความร่วมมือในการวิจัย และงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุน จาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาดรี ประจำปี 2546

เอกสารอ้างอิง

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย, พิมพ์ ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2544, 145-172.
 วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา, วิทยาศาสตร์เส้นใย, พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2540, 189-201.
 Bel'sov, V.M. and Kalas, I.V., Oxidative degradation of polyester and cellulose acetate fibers during their bleaching with chlorine derivatives of isocyanuric acid, Chemical Abstracts, 78, 44898p, 1971.