

การปรับปรุงผิวสัมผัสของเส้นด้าย โพลีเอสเตอร์โดยใช้ตัวทำละลาย SOLVENT TEXTURIZATION ON PET YARNS

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา
รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ
สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยุพา เบ็ญรสถาวร *
สมศักดิ์ จันทร์แสงดาว *

การปรับปรุงผิวสัมผัสของเส้นด้ายโพลีเอสเตอร์ โดยอาศัยตัวทำละลายเมทิลีนคลอไรด์นับเป็นกรรมวิธีในการปรับปรุงผิวสัมผัสของเส้นด้ายแบบใหม่วิธีหนึ่ง นอกเหนือจากการอาศัยความร้อน

ในการทดลองเพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ของวิธีดังกล่าว ได้ทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่สำคัญ คืออัตราส่วนของการดึง (draw ratio) ที่ 1.00, 1.50, 1.75 และ 2.00 ขณะเดียวกันตัวอย่างที่ได้จะผ่านการทดลองจุ่มในตัวทำละลาย ด้วยเวลาต่างๆ กัน คือ ที่เวลา 4, 7, 10 และ 20 วินาที

จากการทดลองพบว่า ตัวทำละลายสามารถทำให้เส้นด้ายเกิดลักษณะหยิกงออย่างถาวรได้ เช่นเดียวกับการใช้ความร้อน และยังทำให้ลักษณะผิวของเส้นด้ายเปลี่ยนจากผิวที่ราบเรียบมามีลักษณะผิวที่ขรุขระ อันเป็นลักษณะอย่างหนึ่งของเส้นด้ายที่จะช่วยให้สามารถดูดซึมน้ำได้ดีขึ้น นอกจากนี้แล้วยังพบว่า การหดตัวของเส้นด้ายจะลดลงอีกด้วย

1. บทนำ

เส้นใยโพลีเอสเตอร์เป็นใยสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมากเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์ชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่อง

จากเส้นใยโพลีเอสเตอร์มีสัมประสิทธิ์การยืดหยุ่นตัวสูง มีความอยู่ตัวดีเหมาะสำหรับตัดเสื้อผ้า และการทนความร้อนได้สูงก็ทำให้เหมาะสำหรับการใช้ในงานอุตสาหกรรมด้วย อย่างไรก็ตาม การนำเส้นใยโพลีเอสเตอร์ไปทอหรือถักเป็นผ้า มักจะเกิดปัญหาผ้ามีผิวกระด้างไม่นุ่มนวล สวมใส่ไม่สบาย ดังนั้นเพื่อให้เส้นใยโพลีเอสเตอร์สามารถใช้ประโยชน์ในทางสิ่งทอได้มากขึ้นจึงได้มีผู้พยายามทำการค้นคว้าหาวิธี ทำให้เส้นใยหยิกฟูและนุ่มนวลขึ้น ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เรียกขบวนการที่ทำให้เส้นใยมีลักษณะหยิกฟูขึ้นว่า Texturization⁽⁴⁾

วิธีการทำ Texturization ของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ ได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยโดยอาศัยหลักที่ว่า การทำ Texturization ของเส้นใยโพลีเอสเตอร์จะต้องกระทำที่อุณหภูมิสูงกว่า Tg (Glass Transition Temperature) ของเส้นใยนั้น ดังนั้นในการวิจัยเท่าที่ผ่านมาจึงมีผู้ใช้วิธี Heat Setting กันมากโดยอาศัยหลักของการให้ความร้อนเป็นตัวช่วยเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่า Tg ของเส้นใย ซึ่งจะทำให้เกิดการปรับโครงสร้างของผลึก และสามารถที่จะทำการ setting ได้ในขณะเดียวกัน⁽⁷⁾

* สด.เค. (ประเทศไทย) จำกัด 55/25 หมู่ 13 นิคมอุตสาหกรรมนวนคร

ถ. พหลโยธิน ต. คลองหนึ่ง อ. คลองหลวง ปทุมธานี 12120

อย่างไรก็ดี วิธี Heat Setting หรือวิธีอาศัยความร้อน เพื่อให้เกิดการ setting นี้เป็นวิธีที่ต้องใช้พลังงานสูง ดังนั้น จึงได้มีผู้คิดค้นหากรรมวิธีอื่น เพื่อจะนำมาใช้ทดแทนวิธี ดังกล่าว จากการศึกษาที่ผ่านๆ มา ได้มีผู้ค้นพบว่า ตัวทำละลาย (solvent) ที่เหมาะสม คือ เมทิลลีนคลอไรด์สามารถที่จะเป็นตัวช่วยลด Tg ของโพลีเอสเตอร์ได้ ซึ่งจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “Solvent-induced crystallization (SINC) หรือ liquid-induced crystallization” ขึ้น^(1,5,6) อันมีผลทำให้สามารถที่จะเกิดการ setting ของเส้นใยที่อุณหภูมิห้อง วิธีดังกล่าวนี้เรียกว่า Solvent Setting ซึ่งจะให้ผลคล้ายกับวิธี Heat Setting แต่สามารถประหยัดพลังงานได้ถึงประมาณ 1 ใน 3

ขบวนการ Solvent Texturization จะเป็นการรวมเอาวิธี Solvent Setting และขบวนการ Texturization เข้าด้วยกัน และเพื่อให้เส้นใยโพลีเอสเตอร์มีความแข็งแรงมากขึ้นอันเนื่องมาจากการจัดเรียงตัวของโมเลกุลในเส้นใยดีขึ้น⁽³⁾ จึงได้รวมเอาขบวนการดึง (Drawing Process) เข้ามาในกรรมวิธีดังกล่าวด้วย

2. วัตถุประสงค์และการทดลอง

2.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้

เส้นด้ายโพลีเอทิลีนเทเรพทาเลท (PET) เป็นเส้นด้ายที่ปั่นมาจากเส้นใยยาว (filament) ซึ่งสังเคราะห์จากปฏิกิริยาระหว่างกรดเทเรพทาลิก และเอทิลีนไกลคอล แล้วจึงผ่านกระบวนการ melt-spinning ให้ได้เส้นใยออกมา ในเส้นด้าย 1 เส้นจะประกอบด้วยเส้นใยจำนวน 30 เส้น นำมาผ่านการดึงเพื่อให้โครงสร้างภายในเกิดเป็นผลึกบาง

ส่วน (Partially Oriented Yarn หรือ POY) โดยมีความละเอียด 125 denier เส้นด้ายที่ใช้ในการทดลองนี้ผลิตโดยบริษัทโทรเนลอนไทย จำกัด (Toray Nylon Thai, TNT) สำนักงานอยู่ที่ชั้น 10 อาคารธนิยะ เลขที่ 62 ถนนสีลม กรุงเทพฯ

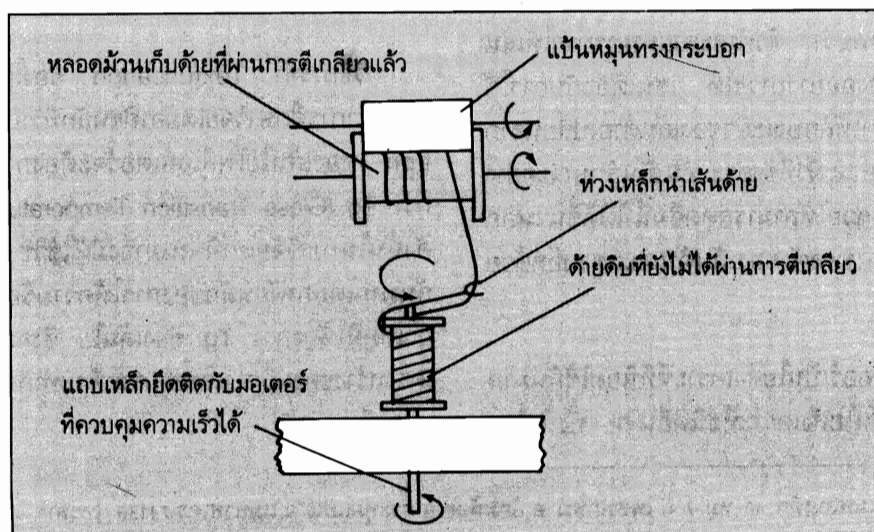
เมทิลลีนคลอไรด์เป็นตัวทำละลายที่เลือกใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งเป็นชนิด reagent grade โดยถูก stabilized ด้วย 2-เมทิล-2-บิวทีน (ประมาณ 20 ppm ต่อเมทิลลีนคลอไรด์ 1 ลิตร) ผลิตโดยบริษัท Merck, Germany

2.2 การทดลอง

การตีเกลียว

เส้นด้ายที่จะนำไปผ่านกระบวนการ solvent texturing นั้น จะต้องนำไปตีเกลียวก่อนเสมอ เพื่อให้ตัวเส้นด้ายมีลักษณะการหยักงอตามความต้องการ โดยอาศัยเครื่องตีเกลียวตามรูปที่ 1 และขั้นตอนโดยสังเขปดังต่อไปนี้

สวมหลอดด้ายดิบที่จะนำมาตีเกลียวลงบนแกนเหล็กที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ที่สามารถควบคุมความเร็วโดยรอบได้ จากนั้นจึงร้อยด้ายผ่านทวนเหล็กนำเส้นด้ายไปยังหลอดด้ายที่ทำหน้าที่ม้วนเก็บเส้นด้ายซึ่งควบคุมความเร็วในการหมุนเก็บได้เช่นเดียวกัน โดยหลอดด้ายม้วนเก็บกับหลอดด้ายดิบมีลักษณะการวางที่ตั้งได้ฉากกัน การควบคุมจำนวนเกลียวที่ต้องการก็จะกระทำได้โดยการปรับความเร็วของมอเตอร์ที่ยึดกับหลอดด้ายดิบและหลอดด้ายม้วนเก็บ ให้สอดคล้องกัน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ภาพสเก็ทซ์แสดงการตีเกลียวให้กับเส้นด้าย

ด้ายที่ผ่านขบวนการตีเกลียวแล้วจะต้องนำมาทำการทดสอบเพื่อวัดดูว่าจำนวนเกลียวที่เกิดขึ้นจริงในเส้นด้ายมีประมาณเท่าไร ทั้งนี้โดยอาศัยเครื่องนับจำนวนเกลียว (Twist Tester) ของบริษัท Textest Inc. (Weinbergstrasse 93 CH-8802 Kilchberg-Zurich, Switzerland) ซึ่งเมื่อหลังจากเส้นด้ายที่ผ่านการตีเกลียวแล้วถูกนำไปทำ Solvent Texturing ก็จะได้ทราบว่าต้องคลายเกลียวออกด้วยปริมาณเท่ากับที่ตีเอาไว้ในตอนแรก โดยใช้ Twist Tester เครื่องเดิมมาเป็นเครื่องคลายเกลียวด้วย

การดึงเส้นด้าย

การดึงเส้นด้ายนี้จะกระทำพร้อมกับการเตรียมตัวอย่างก่อนที่จะนำไปจุ่มลงในสารละลายเมทธิลีนคลอไรด์ กล่าวคือ

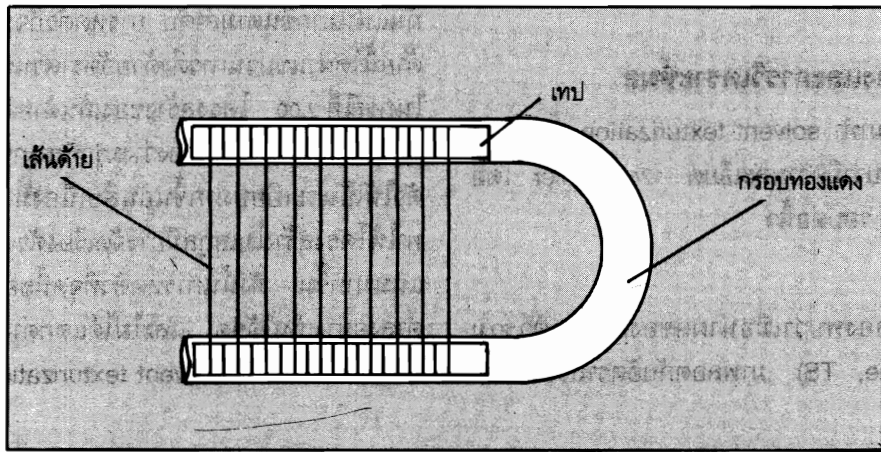
เส้นด้ายเมื่อผ่านการตีเกลียวมาแล้วจะถูกนำมาถึงโดยอาศัยการแขวนน้ำหนักที่คำนวณได้จากอัตราส่วนการดึงที่ต้องการ (การทดลองนี้มี 4 ระดับ คือที่อัตราส่วนการดึง 1.00, 1.50, 1.75 และ 2.00) ทั้งนี้อัตราส่วนการดึงคำนวณได้จากสูตร

$$\text{อัตราส่วนการดึง (draw ratio)} = \frac{l - l_0}{l_0}$$

โดยที่ l คือ ความยาวของเส้นด้ายที่ถูกดึงออก
 l_0 คือ ความยาวของเส้นด้ายก่อนถูกดึง

ในกรณีที่อัตราส่วนการดึงมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่า เส้นด้ายนั้นไม่ได้ผ่านการดึง

เส้นด้ายที่ผ่านการดึงทั้งหมดจะถูกนำไปยึดติดกับกรอบทองแดง (ดังแสดงในรูปที่ 2) เพื่อรักษาสภาพของเส้นด้ายเอาไว้เพื่อทำการทดลองขั้นต่อไป



รูปที่ 2 ตัวอย่างเส้นด้ายที่ผ่านการดึงและยึดติดกับกรอบทองแดงเรียบร้อยแล้ว

การทำ solvent texturing

จากตัวอย่างที่ผ่านการตีเกลียวและดึงเรียบร้อยแล้วนำมาจุ่มลงในอ่างที่บรรจุสารละลายเมทธิลีนคลอไรด์ ในระดับเวลาต่าง ๆ กัน 4 ระดับ คือ 4, 7, 10 และ 20 วินาที ภายในตู้ควันทิ้งจากจุ่มครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำเส้นด้ายปล่อยทิ้งไว้ในตู้ควนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อแน่ใจว่าเส้นด้ายแห้งสนิท

2.3 การทดสอบสมบัติต่าง ๆ

การหดตัว

สมบัติการหดตัวของเส้นด้าย จะวัดทั้งก่อนและหลังการทำ solvent texturing โดยใช้วิธีของ Lecona Skin Shrinkage Test และค่าที่จะนำมาวิเคราะห์จะใช้ค่าของ Total Shrinkage เท่านั้น การทดสอบกระทำได้โดยนำตัวอย่างเส้นด้ายที่ปราศจากเกลียวมาถ่วงด้วยน้ำหนัก 0.2 gpd (gram per denier) ที่ปลายด้านหนึ่งเพื่อกำจัด

crimp ภายในเส้นด้าย แล้วทำเครื่องหมายบนเส้นด้ายเพื่อกำหนดระยะทดสอบ (L_a) ยาว 30 ซม. จากนั้นเอาน้ำหนักที่ถ่วงออก แล้วม้วนเส้นด้ายเป็นวงกลมผูกด้วยลวดเพื่อไม่ให้เกิดการพันกันในขณะที่ต้มในน้ำร้อน นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ไปต้มในน้ำที่บรรจุอยู่ในบีกเกอร์ด้วย hot plate และมีเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อคอยวัดอุณหภูมิของน้ำซึ่งพยายามควบคุมให้ได้ความร้อน $80^{\circ} + 2^{\circ}\text{C}$ ต้มตัวอย่างเส้นด้ายไว้เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นจึงนำมาผึ่งในอากาศอีก 2 นาที วัดความยาวของเครื่องหมายที่ทำไว้อีกครั้งหนึ่ง โดยใช้น้ำหนักถ่วงปลายของเส้นด้าย 0.002 gpd ให้ความยาวใหม่เป็น l_b ค่าการหดตัว Total Shrinkage จะคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Total shrinkage (TS)} = \frac{l_a - l_b}{l_b} \times 100$$

การทดสอบสมบัติการหดตัวนี้แต่ละครั้งจะใช้รวม 13 ตัวอย่าง แล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย

ลักษณะผิวของเส้นด้าย

การตรวจสอบลักษณะผิวของเส้นด้าย ทำโดยอาศัย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแกน (Scanning Electron Microscope, SEM) Model JSM-T20 ของ JEDL Co., Ltd., Japan ใช้กำลังขยาย 3,500 เท่า ในการบันทึกภาพ

ลักษณะการหยิกของเส้นด้าย

เส้นด้ายที่ผ่านการทำ solvent texturing แล้วจะ เกิดรอยหยิก (crimp) ขึ้นตามความยาวของเส้นด้าย และ เพื่อให้เห็นลักษณะดังกล่าวชัดเจน จึงทำการตรวจสอบจาก เส้นใยเดี่ยว โดยใช้เครื่อง Olympus Research Microscope, model AHBT ของ Olympus Optical Co., Ltd., Japan ถ่ายภาพที่ กำลังขยาย 10 เท่า

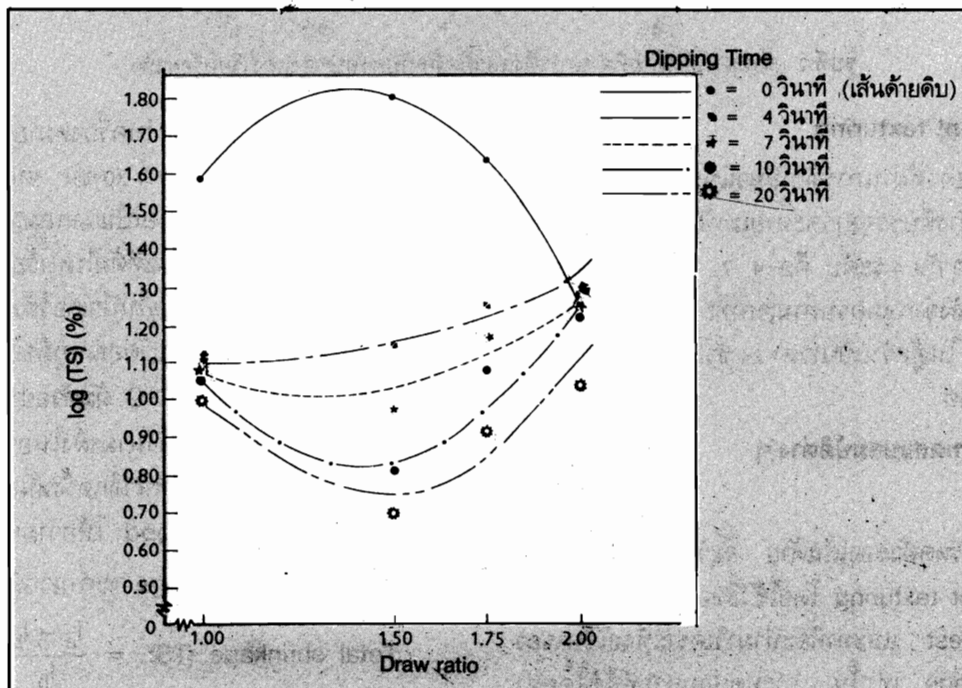
3. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

เส้นด้ายที่นำมาทำ solvent texturization นั้น จากการตรวจสอบพบว่ามีความละเอียด 126 denier โดยผ่านการตีเกลียว 30 รอบต่อนิ้ว

การหดตัว

จากการทดลองพบว่าเมื่อนำผลของการหดตัวรวม (Total Shrinkage, TS) มาพลอตกับอัตราส่วนการดึง

(draw ratio) ในระดับต่าง ๆ กัน โดยให้อัตราส่วนการดึง อยู่บนแกน x และ $\log (TS)$ อยู่บนแกน y จะให้กราฟ ออกมาดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเส้นด้ายดิบ ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการ solvent texturization มีการหดตัว สูงกว่าเส้นด้ายที่ผ่านการทำ solvent texturization แล้ว ในทุกอัตราส่วนการดึง ยกเว้นที่อัตราส่วนการดึงสูงสุด คือ ที่ 2.00 ทั้งนี้เพราะว่า เส้นด้ายดิบนั้นจะมีโครงสร้างการจัดเรียงตัวภายในโมเลกุลที่หลวมมาก ดังนั้นเมื่อถูกนำไปต้ม ในน้ำร้อนก็จะทำให้เกิดการหดตัวของโครงสร้างภายในได้ มาก และเมื่อเส้นด้ายนี้ถูกนำไปผ่านกระบวนการดึง ก็ จะพบว่าแรงที่ใส่เข้าไปนั้น ในตอนแรกจะทำให้โครงสร้างของ โมเลกุลยิ่งหลวมมากขึ้น การหดตัวจะเพิ่มมากขึ้นจนถึง ระดับหนึ่ง แรงดึงนี้จะไปทำให้โมเลกุลเริ่มเรียงตัวกันตาม ทิศทางของการดึงมากขึ้น ลักษณะโครงสร้างก็เริ่มที่จะเกาะ กันแน่นมากขึ้นตามลำดับ การหดตัวก็จะลดลง ถ้าหากเส้น ด้ายนี้ได้ผ่านกระบวนการดึงด้วยอัตราส่วนที่สูงพอ อย่างเช่น ในกรณีนี้ที่ 2.00 โครงสร้างของเส้นด้ายดิบซึ่งแม้ว่าเดิมจะมี ลักษณะที่หลวมและมีช่องว่างมากก็สามารถที่จะเกิดการเรียง ตัวให้เป็นระเบียบมากขึ้นอันสืบเนื่องมาจากผลของแรงดึง ทำให้โครงสร้างโมเลกุลมีการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบ และ แน่นมากขึ้น ดังนั้นการหดตัวที่จุดนี้ของเส้นด้ายดิบจึงลด ต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด และไม่ได้แตกต่างไปจากเส้นด้ายอื่น ที่ผ่านกระบวนการ solvent texturization แล้ว



รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\log (TS)$ (%) และ Draw ratio ของเส้นด้ายที่เวลา 0, 4, 7, 10, 20 วัน

นอกจากนั้นแล้วเมื่อพิจารณาเส้นด้ายที่ผ่านกระบวนการ solvent texturization ด้วยกันเองในระดับเวลาของการแช่ในตัวทำละลายที่ต่างกัน จะพบว่าเส้นด้ายที่ผ่านการแช่ในตัวทำละลายที่นานกว่าจะมีการหดตัวที่ต่ำกว่าเสมอ ทั้งนี้ก็เพราะผลสืบเนื่องจากการที่โครงสร้างภายในของเส้นด้ายเมื่อถูกนำไปแช่ในตัวทำละลายนั้น ตัวทำละลายจะไปเหนี่ยวนำให้เกิดผลึกในโครงสร้างมากขึ้นตามเวลาที่แช่เอาไว้ ดังนั้นการหดตัวจึงลดลง

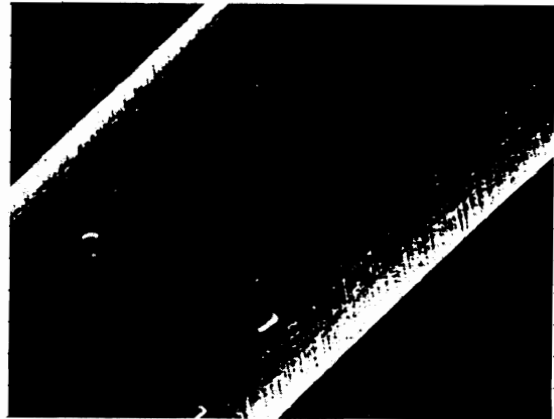
อย่างไรก็ดี จากตัวอย่างในการทดสอบที่เวลาต่าง ๆ กัน ในทุกระดับเวลา ก็จะเห็นอีกว่าลักษณะการหดตัวของเส้นด้ายจะคล้ายกันทั้งหมด กล่าวคือการหดตัวจะลดลงก่อนที่อัตราส่วนการดึง 1.50 จากนั้นจึงค่อยเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนการดึงมากขึ้น ทั้งนี้สาเหตุก็อาจเนื่องมาจากการดึงที่อัตราส่วนน้อย ๆ นี้การหดตัวรวม (ค่า TS) จะสืบเนื่องมาจากลักษณะของการหดตัวในรูปของ reversible shrinkage เป็นหลักประกอบกับปริมาณของผลึกที่เกิดขึ้นจากการดึงทำให้การหดตัวรวมของการดึงลดต่ำลง แต่เมื่อเพิ่มการดึงมากขึ้นแรงดึงที่ใส่เข้าไปในโครงสร้างของเส้นใย นอกจากทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้เกิดผลึกขึ้นแล้ว แรงดึงบางส่วนที่เหลืออยู่ก็จะไปทำให้โมเลกุลเกิดการสะสมความเครียดอยู่ภายใน ดังนั้นเมื่อถูกนำไปแช่ในน้ำร้อน ความเครียดที่เกิดขึ้นก็จะคลายตัวออก ยังผลให้การหดตัวเพิ่มขึ้นด้วย

ลักษณะผิวของเส้นด้าย

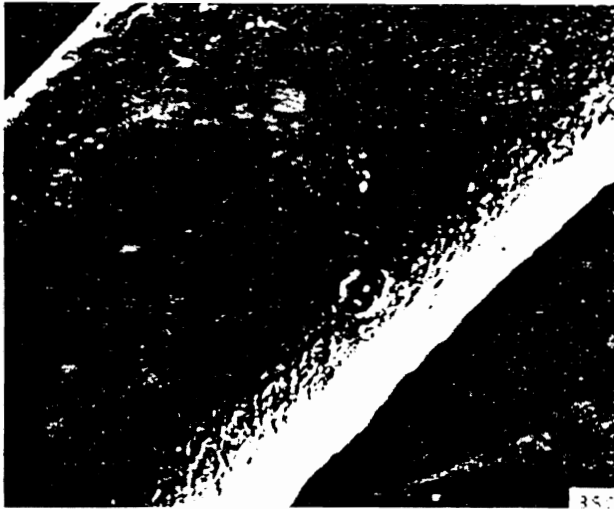
จากรูปที่ 4 ซึ่งเป็นภาพถ่ายที่ได้จาก SEM กำลังขยาย 3500 เท่า ของเส้นด้ายดิบเมื่อยังไม่ผ่านกระบวนการ solvent texturization เปรียบเทียบกับด้ายที่ผ่านกระบวนการมาแล้วในรูปที่ 5 จะเห็นว่าผิวของเส้นใยจะเปลี่ยนจากลักษณะเรียบเป็นขรุขระอย่างเห็นได้ชัด ความขรุขระดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการจุ่มเพิ่มขึ้น ซึ่งผลที่ได้นี้เป็นไปตามทฤษฎีและผลการทดลองที่เคยมีผู้ทำเอาไว้⁽²⁾ ทั้งนี้อธิบายได้ว่า เมื่อจุ่มโพลิเมอร์ลงไปในตัวทำละลาย โพลิเมอร์จะ

เกิดการบวม ขณะเดียวกันตัวทำละลายก็จะซึมเข้าไปในโพลิเมอร์ดังกล่าว และเกิดการตกผลึกอย่างรวดเร็วทันที การเคลื่อนของตัวทำละลายเข้าไปในโพลิเมอร์จะทำให้ลูกโซ่ของโพลิเมอร์ (polymer chain) เกิดการเคลื่อนไหวอย่างมาก ผลก็คือจะเกิด free volume ขึ้นภายในโครงสร้างดังกล่าว และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด morphological discontinuity ขึ้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการลื่นไถลและเหลื่อมกันระหว่างลูกโซ่โมเลกุล ดังนั้นผิวของโพลิเมอร์จึงไม่เรียบ

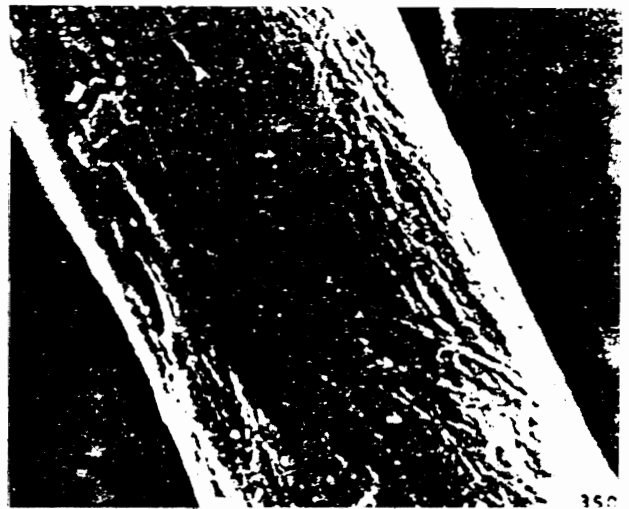
เมื่อเปรียบเทียบดูในรูปต่อไปคือ รูปที่ 6 ซึ่งเป็นรูปที่แสดงให้เห็นถึงผิวของเส้นด้ายที่ผ่านการจุ่มในตัวทำละลายแล้ว และมีการให้แรงดึงแก่เส้นด้ายในขณะที่จุ่มอยู่ในตัวทำละลายด้วย จะเห็นว่าผิวของเส้นด้ายจะกลับราบเรียบขึ้นมาใหม่ ทั้งนี้พอจะอธิบายได้ว่า เมื่อโพลิเมอร์ในเส้นด้ายถูกแช่อยู่ในตัวทำละลายนั้น แม้ว่าปฏิกิริยาจากตัวทำละลายจะไปมีผลให้ผิวของโพลิเมอร์เกิดความขรุขระขึ้น อันสืบเนื่องจากการเคลื่อนไหวของลูกโซ่โมเลกุลนั้น แรงดึงที่ใส่เข้าไปในโครงสร้างในขณะเดียวกันก็จะไปมีอิทธิพลทำให้ลูกโซ่โมเลกุลเกิดการเรียงตัวใหม่เป็นระเบียบขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ผิวของเส้นด้ายมีลักษณะกลับราบเรียบขึ้นมาใหม่



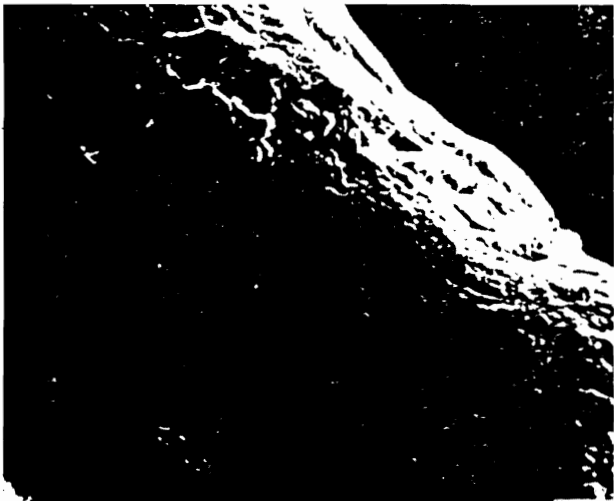
รูปที่ 4 ภาพถ่ายจาก SEM (x3500) แสดงผิวของเส้นใยโพลิเอสเตอร์ก่อนการทำ Solvent Texturing



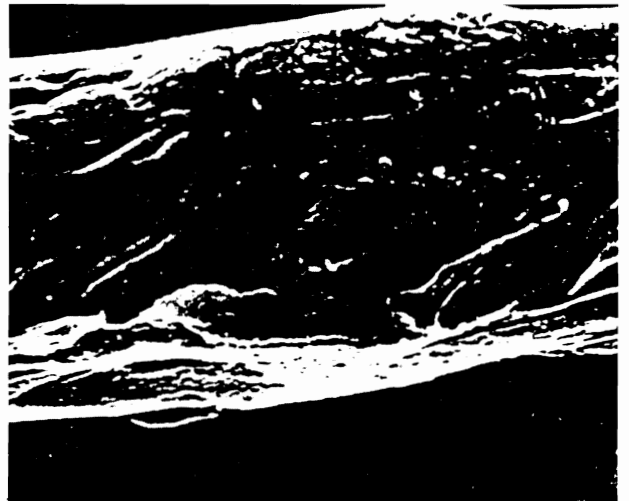
(ก) ผ่าน CH_2Cl_2 4 วินาที



(ข) ผ่าน CH_2Cl_2 7 วินาที

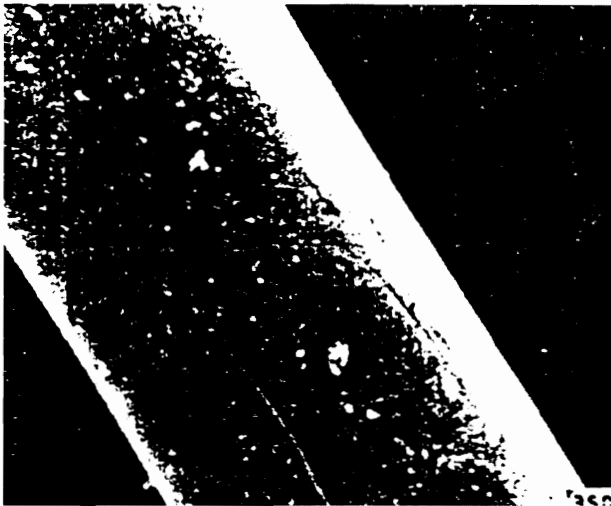


(ค) ผ่าน CH_2Cl_2 10 วินาที

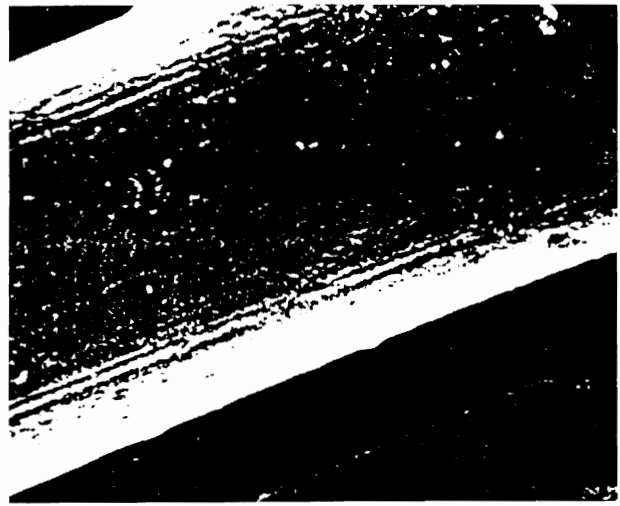


(ง) ผ่าน CH_2Cl_2 20 วินาที

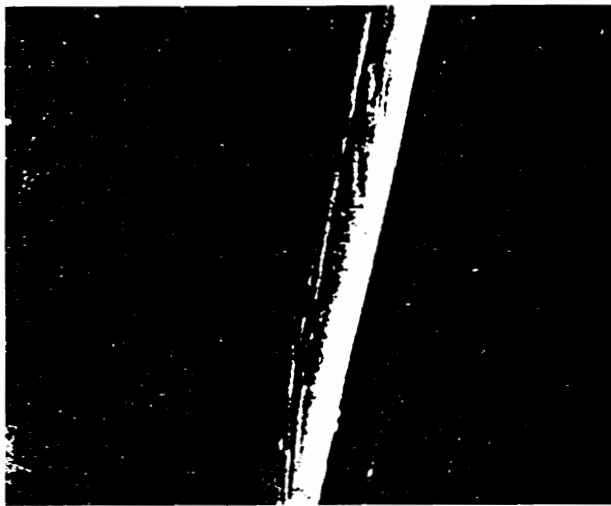
รูปที่ 5 ภาพถ่าย SEM (x3500) แสดงผิวของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ภายหลังการทำ Solvent Texturing โดยใช้อัตราส่วนการดึง $R = 1.00$ และใช้เวลาในการจุ่มต่างๆ กัน 4 ระดับ



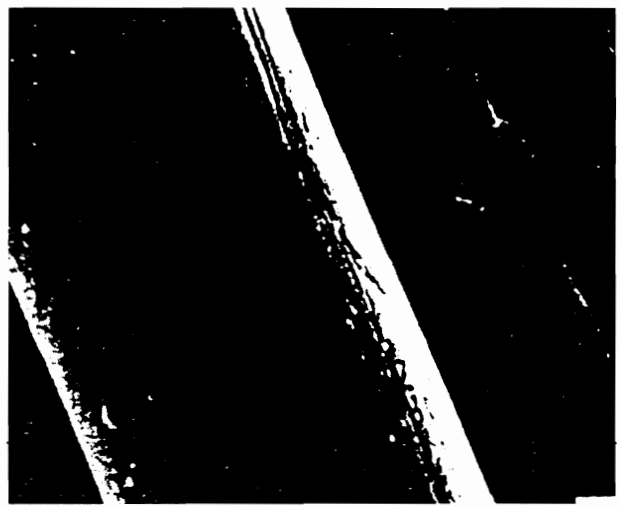
(ก) ผ่าน CH_2Cl_2 4 วินาที



(ข) ผ่าน CH_2Cl_2 7 วินาที



(ค) ผ่าน CH_2Cl_2 10 วินาที

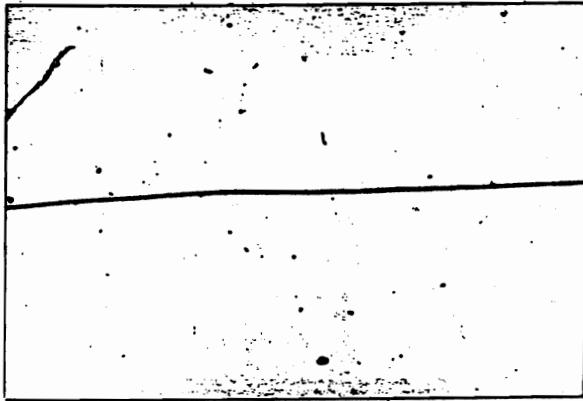


(ง) ผ่าน CH_2Cl_2 20 วินาที

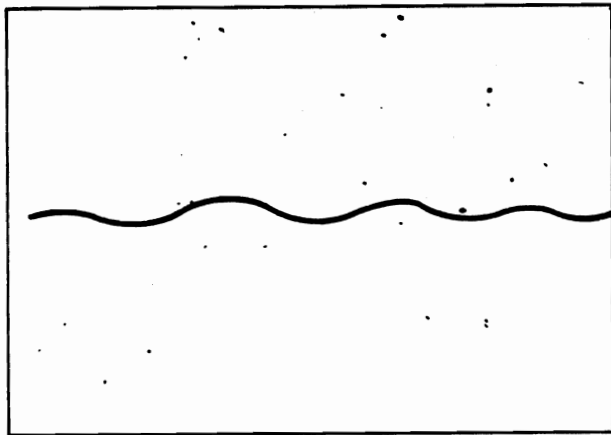
รูปที่ 6 ภาพถ่ายจาก SEM (x3500) แสดงผิวของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ภายหลังการทำ Solvent Texturing โดยใช้อัตราส่วนการดิ่ง $R = 1.75$ และใช้เวลาในการจุ่มต่างๆ กัน 4 ระดับ

ลักษณะการหยิกของเส้นด้าย

การหยิกของของเส้นด้าย หรือที่เรียกกันว่า crimp นี้ เป็นผลสืบเนื่องมาจากการที่ โครงสร้างภายในของเส้นด้าย เมื่อถูกตัวทำละลายเหนียวทำให้เกิดผลึกนั้น จะไปเป็นผล ทำให้ลักษณะการหยิกของมีสภาพอยู่ตัว ซึ่งยืนยันได้จากภาพถ่ายกำลังขยาย 10 เท่า ในรูปที่ 8 เปรียบเทียบถึงสภาพของเส้นด้ายก่อนการทำ solvent texturization ในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ (× 10) แสดงลักษณะของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ก่อนการทำ solvent texturing



รูปที่ 8 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ (× 10) แสดงลักษณะ crimp ของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ภายหลังการทำ solvent texturing

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง สรุปได้ว่าตัวทำละลายสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงผิวสัมผัสของเส้นด้ายโพลีเอสเตอร์ได้ โดยตัวทำละลายจะทำให้เกิดลักษณะหยิกอย่างถาวรในเส้นด้ายเช่นเดียวกับการใช้ความร้อน ซึ่งเมื่อนำไปทอหรือถักเป็นผืนผ้าก็จะช่วยให้ผิวสัมผัสของผ้าอ่อนนุ่ม และดูดซับความชื้นได้ดีขึ้นด้วย

การหดตัวของเส้นด้ายภายหลังจุ่มลงในตัวทำละลายจะลดลง อันเนื่องมาจากกระบวนการตกผลึกโดยการเหนียวนำของตัวทำละลายที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างของเส้นใย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อัตราส่วนการดึงใกล้ ๆ กับ 1.50 การหดตัวของ Textured Yarn ต่ำลงมาก ผลอันนี้สอดคล้องกับการยืดตัวที่ต่ำลงมากอย่างผิดปกติที่อัตราส่วนการดึงเดียวกัน ดังนั้นอัตราส่วนการดึงดังกล่าวจึงเป็นค่าที่เหมาะสมในการที่ตัวทำละลายจะสามารถทำให้เกิดตกผลึกในปริมาณที่สูงกว่าอัตราส่วนการดึงค่าอื่น

เส้นด้ายภายหลังจากการทำ Solvent Texturing มีการเปลี่ยนแปลงจากพื้นผิวเรียบเป็นขรุขระ ซึ่งเป็นผลมาจากการแพร่ของตัวทำละลายเข้าไปในเนื้อโพลิเมอร์นั้น นอกจากนี้ยังพบว่าเส้นด้ายที่ผ่านการดึงก่อนนำไปจุ่มในตัวทำละลายจะเกิดลักษณะขรุขระนี้น้อยมากหรือแทบไม่เกิดเลย ปรากฏการณ์นี้อธิบายได้โดยอาศัยลักษณะการจัดเรียงตัวของโมเลกุลภายในเส้นใยที่เป็นระเบียบขึ้นอันเนื่องจากการดึง นั่นเอง

เอกสารอ้างอิง

1. Desai, A.B. and Garth L. Wilkes, Solvent-Induced Crystallization of Polyethylene Terephthalate, *J. Polym. Sci. Symposium No.46*, 291-319 (1974)
2. Durning, C.J., M.G. Scott and H.D. Weigmann, Temperature Dependence of Surface Crystallization in Bimorphic PET fibres, *J. Polym.Sci.*, vol.27, 3597-3620 (1982)
3. Gupta, V.B. and M. Kumar, Change in Structure of Polyethylene Terephthalate Yarn on Texturing, *Textile Res. J.*, vol.45, 382-388 (1975)
4. Hollen, N., Jane Saddler, and Anna L. Langford, *Textiles, P.120-125*, 5th edition, Macmillan Publishing Co., Inc., New York, 1979
5. Lawton, E.L. and D.M. Cates, Liquid-Induced Crystallization of Poly (Etylene Terephthalate), *J. Appl. Polym. Sci.*, vol.63, 899-909 (1969)
6. Sengupta, A.K., Studies on Texturing with The Aid of Solvents, *Indian J. Textile Res.*, vol.1, 53-59 (1979)
7. ปราโมทย์ วิชาสุข, Textured Yarn Seminar, พฤษภาคม, 2525