ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ กฟ
อว 62

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาตร์ 7

การวิเคราะห์หาชนิดของเส้นใย

โดย

นางสาวเดือนเพ็ญ วนิชพิมลอนันต์
นักวิทยาศาสตร์ 6

กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาตร์ 7

การวิเคราะห์หาชนิดของเส้นใย

โดย

นางสาวเดือนเพ็ญ วนิชพิมลอนันต์
นักวิทยาศาสตร์ 6

กลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กลุ่ม วฟ กฟ
ดว 62
เลขทะเบียน 11301
วันที่ 1 เม.ย. 46

บทคัดย่อ

ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ชนิดของเส้นใยโดยใช้ อินฟราเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์และเพื่อ ให้มั่นใจได้ ว่าเป็นโพลิเมอร์ชนิดใดควรใช้วิธีวิเคราะห์อื่นร่วมด้วย ได้แก่ ความสามารถในการละลายใน รีเอเจนต์ต่าง ๆ, การใช้กล้องจุลทรรศน์ดูลักษณะของเส้นใยตามแนวยาวและภาคตัดขวาง , คุณสมบัติทางกายภาพ เช่นจุดหลอมเหลว, ความหนาแน่น, การวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ, และการทดสอบการเผาไหม้ การเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์โดยใช้อินฟราเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ได้ใช้เทคนิคการเตรียมตัวอย่างโดยบดกับโปตัสเซียมโบรไมด์แล้วอัดด้วยความดันเป็นแผ่นบางๆ หรืออัดเส้นใยเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ หรือหาตัวทำละลายที่เหมาะสมมาละลายตัวอย่างที่เป็นเส้นใย แล้วนำมาป้ายเซลโซเดียมคลอไรด์แล้วปล่อยให้ตัวทำละลายระเหยจนแห้ง แล้วจึงนำไปวิเคราะห์โดยใช้อินฟราเรดสเปคโตรโฟโตรมิเตอร์ ถ้าตัวอย่างเส้นใยเป็นสารอนินทรีย์ เช่นใยแก้วผสมกับเรซิน เช่นไนล่อน หรือ สารอื่นๆ ต้องเผาที่ 550 องศาเซลเซียส เพื่อให้เรซินเผาไหม้จนหมด แล้วจึงนำเส้นใยมาวิเคราะห์ด้วยวิธีต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น เมื่อวิเคราะห์ โดยอินฟราเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์แล้วอาจรู้ว่าเป็นเส้นใยชนิดใด หากไม่แน่ใจก็ทดสอบด้วยวิธีอื่นๆ เช่นดูการละลายของเส้นใย ต้องนำส่วนที่เหลือจากการละลายไปวิเคราะห์โดยใช้อินฟาเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ซ้ำอีกครั้ง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	iii
สารบัญภาพ	iv
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ปัญหาและที่มาของการศึกษาทดลอง	2
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	3
1.5 ระยะเวลาดำเนินการ	3
บทที่ 2 ชนิดและลักษณะของเส้นใย	4
2.1 เส้นใยธรรมชาติ	4
2.2 เส้นใยสังเคราะห์	6
2.3 ชนิดของเส้นใยที่วิเคราะห์	14
2.4 ชื่อทางการค้าของเส้นใยสังเคราะห์	15
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	17
3.1 ตัวอย่าง	18
3.2 วัสดุ อุปกรณ์	18
3.3 สารเคมี	18
3.4 วิธีดำเนินการ	20
บทที่ 4 ผลการศึกษาทดลอง	32
บทที่ 5 วิจารณ์ผลและสรุปผลการวิเคราะห์ทดสอบ	42
กิตติกรรมประกาศ	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	46

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3-1 ตัวทำละลายเส้นใยเพื่อเตรียมเป็นแผ่นฟิล์ม 21
ตารางที่ 3-2 การละลายของเส้นใย 25
ตารางที่ 3-3 ความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวของเส้นใย 28
ตารางที่ 3-4 ลักษณะการลุกไหม้ของเปลวไฟ 30

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่2-1 สูตรโครงสร้างเส้นใยฝ้าย	4
รูปที่2-2 สูตรโครงสร้างเส้นใยวูล	5
รูปที่2-3 สูตรโครงสร้างเส้นใย a) อะซิเตท b) ไตรอะซิเ ต ท	7
รูปที่2-4 สูตรโครงสร้างเส้นใย a) ไนลอน6 b) ไนลอน6-6	8
รูปที่2-5 สูตรโครงสร้างเส้นใยอารามีด a) โนแมก b) เคฟลาร์	8
รูปที่2-6 สูตรโครงสร้างเส้นใยโพลิเอสเตอร์	9
รูปที่2-7 สูตรโครงสร้างเส้นใยอะไครลิค	9
รูปที่2-8 สูตรโครงสร้างเส้นใยโมดาไครลิค	10
รูปที่2-9 สูตรโครงสร้างเส้นใยโอลิฟีน	10
รูปที่2-10 สูตรโครงสร้างคลอโรพรีนยูนิท	11
รูปที่2-11 สูตรโครงสร้างเส้นใยสแปนเดก	12
รูปที่2-12 สูตรโครงสร้างเส้นใยซาราน	13
รูปที่2-13 สูตรโครงสร้างเส้นใยวินยอน	13
รูปที่2-14 สูตรโครงสร้างเส้นใยไวนอล	14
รูปที่2-15 สูตรโครงสร้างเส้นใยโนโวลอย	14
รูปที่3-1 ไดอะแกรมขั้นตอนการวิเคราะห์	15
รูปที่3-2 การหาชนิดของเส้นใยโดยดูจากการละลาย	24
รูปที่4-1 FTIR spectrum ของเส้นใยไนล่อน	32
รูปที่4-2 FTIR spectrum ของเส้นใยโพลิเอสเตอร์	33
รูปที่4-3 FTIR spectrum ของเส้นใยฝ้าย	34
รูปที่4-4 FTIR spectrum ของเส้นใยเคฟลาร์	35
รูปที่4-5 FTIR spectrum ของเส้นใยที่เหลือจากการละลายด้วย 70%กรดซัลฟุริค(โพลิเอสเตอร์)	36
รูปที่4-6 FTIR spectrum ของเส้นใยที่เหลือจากการละลายในเมตาครีซอล(เรยอน)	37
รูปที่4-7 FTIR spectrum ของเส้นใยที่เหลือจากการละลายด้วย 70%กรดซัลฟุริค(โพลิเอสเตอร์)	38
รูปที่4-8 FTIR spectrum ของเส้นใยที่เหลือจากการละลายในเมตาครีซอล(ฝ้าย)	39
รูปที่4-9 FTIR spectrum ของเส้นใยโพลิโพรพิลีน	40
รูปที่4-10 FTIR spectrum ของเส้นใยแก้ว	41

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมาก โดยมีการนำเส้นใยชนิดต่าง ๆ มาใช้ในการทอเป็นผืนผ้า ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ เช่น ต้องการเน้นความแปลกใหม่, การสวมใส่ที่สบาย และความทนทานต่อการใช้งานเป็นต้น เส้นใยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือเส้นใยสังเคราะห์ และเส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยสังเคราะห์ได้จากการสังเคราะห์โดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งเส้นใยชนิดนี้มีอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น เส้นใยโพลิเอสเทอร์, เส้นใยไนล่อน, เส้นใยเรยอน, เส้นใยไหมเทียม และเส้นใยเคฟลาร์ เป็นต้น

เส้นใยธรรมชาติ เป็นเส้นใยที่ส่วนใหญ่ได้จากเส้นใยของส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เส้นใยฝ้าย, เส้นใยสับปะรด, เส้นใยจากต้นกล้วย, เส้นใยกัญชา เป็นต้น มีเส้นใยบางชนิดที่ได้จากสัตว์ เช่น เส้นใยไหม, เส้นใยขนสัตว์ เป็นต้น

กรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นหน่วยงานของรัฐที่ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่าง ๆ และได้ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบเพื่อหาชนิดของเส้นใยที่ใช้ ในการทอเป็นผืนผ้า ชนิดของเส้นใยมีความสำคัญต่อคุณภาพของผืนผ้าเป็นอย่างยิ่ง เส้นใยแต่ละชนิดเมื่อทอเป็นผืนผ้าแล้วจะมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการใช้งานแตกต่างกันไป เช่น ผ้าไนล่อนจะสามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้ดี ผ้าฝ้ายจะให้การระบายอากาศดีทำให้สวมใส่สบายไม่ร้อนและไม่ติดตัวเมื่อเหงื่อออก เป็นต้น ดังนั้นการวิเคราะห์หาชนิดของเส้นใยที่ใช้ ในการทอผืนผ้าจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของผ้าวิธีการหนึ่งซึ่งเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์มี 4 วิธี

1. การใช้เครื่อง อินฟราเรด สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Infra-red Spectrophotometer)
2. การวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาธาตุองค์ประกอบ โดยวิธีโซเดียมฟิวชั่น (Sodium fusion)

3. การทดสอบดูการละลายของเส้นใยในสารเคมีต่าง ๆ

4. การทดสอบสมบัติทางกายภาพ การหาจุดหลอมเหลว, ความหนาแน่น, ลักษณะการติดไฟ และการตรวจดูลักษณะโครงสร้างทั้งตามแนวยาวและภาคตัดขวางของเส้นใย

จากเทคนิคในการวิเคราะห์ทดสอบดังกล่าวทำให้ทราบชนิดของเส้นใยได้ ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดย กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ได้ทำการวิเคราะห์ทดสอบให้แก่หน่วยงานของรัฐ อาทิ การสื่อสารแห่งประเทศไทย กรมไปรษณีย์โทรเลข กรมสามัญศึกษา และโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนเป็นต้น ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาจัดซื้อและตรวจรับสินค้าไว้ใช้ในราชการต่อไป

1.1 **ปัญหาและที่มาของการศึกษาทดลอง**

เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านสิ่งทอได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเพื่อให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพดีมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งานตามต้องการ ดังนั้นจึงมีสิ่งทอที่ทำจากเส้นใยหลากหลายชนิดมาก ซึ่งเส้นใยต่าง ๆ เหล่านี้มีทั้งที่ผลิตจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี, เส้นใยจากอนินทรีย์ต่าง ๆ และเส้นใยจากธรรมชาติ ซึ่งเส้นใยเหล่านี้จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปขึ้นกับธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยนั้น

การนำเส้นใยไปใช้จึงต้องขึ้นกับสมบัติและราคาซึ่งหน่วยงานต่างๆ ได้กำหนดชนิดของเส้นใยเพื่อนำมาใช้ตามความเหมาะสมและได้ส่งตัวอย่างเส้นใยมาให้กรมวิทยาศาสตร์บริการวิเคราะห์ทดสอบ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาวิธีการวิเคราะห์ชนิดของเส้นใยเพื่อดูว่าเส้นใยนั้นๆ เป็นชนิดเดียวกับที่หน่วยงานนั้นๆ กำหนดหรือไม่แลได้รวบรวมรายละเอียดและขั้นตอนในการวิเคราะห์อย่างง่ายและรวดเร็วไว้ในเอกสารฉบับนี้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ให้สามารถหาชนิดของเส้นใยได้ถูกต้องแม่นยำ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

เพื่อศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์หาชนิดของเส้นใยต่างๆ ทั้งเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ไนล่อน โพลิเอสเตอร์ ใยฝ้าย ฯลฯ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 เพื่อใช้เป็นคู่มือในการวิเคราะห์ทดสอบหาชนิดของเส้นใยในกลุ่มงานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์1

1.4.2 เพื่อเผยแพร่วิธีการวิเคราะห์และให้คำแนะนำแก่หน่วยงานของรัฐ

1.5 ระยะเวลาดำเนินการ

ตั้งแต่เดือน เมษายน 43 ถึงเดือน มกราคม 44 รวมเป็นเวลา 10 เดือน

บทที่ 2

ชนิดและลักษณะของเส้นใย

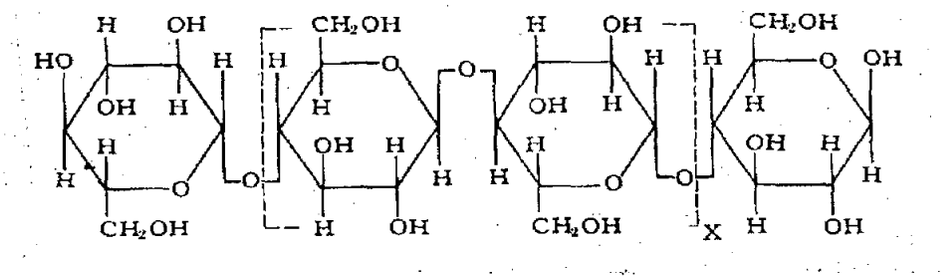
เส้นใยแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ เส้นใยธรรมชาติ เป็นเส้นใยที่ได้จากพืชหรือสัตว์ ที่คนได้ปลูกหรือเลี้ยงมา เส้นใยจากพืชจะได้จาก ดอก, ใบ, ก้าน หรือลำต้น เช่น ผ้าที่ได้จากเส้นใยของสับปะรด, ผ้าจากเส้นใยดอกฝ้าย, ผ้าทอจากลำต้นกัญชาและกล้วย เส้นใยจากสัตว์จะได้จากขน เช่น ขนแกะ, ขนแพะ และ ขนกระต่าย เป็นต้น

เส้นใยสังเคาะห์ เกิดจากการสังเคราะห์โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมี เส้นใยที่ใช้กันมากในปัจจุบันมี เส้นใยไนล่อน, เส้นใยโพลิเอสเตอร์, เส้นใยเรยอน, เส้นใยเคฟลาร์ เป็นต้น

2.1 เส้นใยธรรมชาติ (Natural fiber)[1]

2.1.1 ฝ้าย (Cotton)

ฝ้ายเป็นเส้นใยที่ได้จากพืชคือส่วนที่เป็นดอกฝ้าย มีสูตรโครงสร้างดังต่อไปนี้

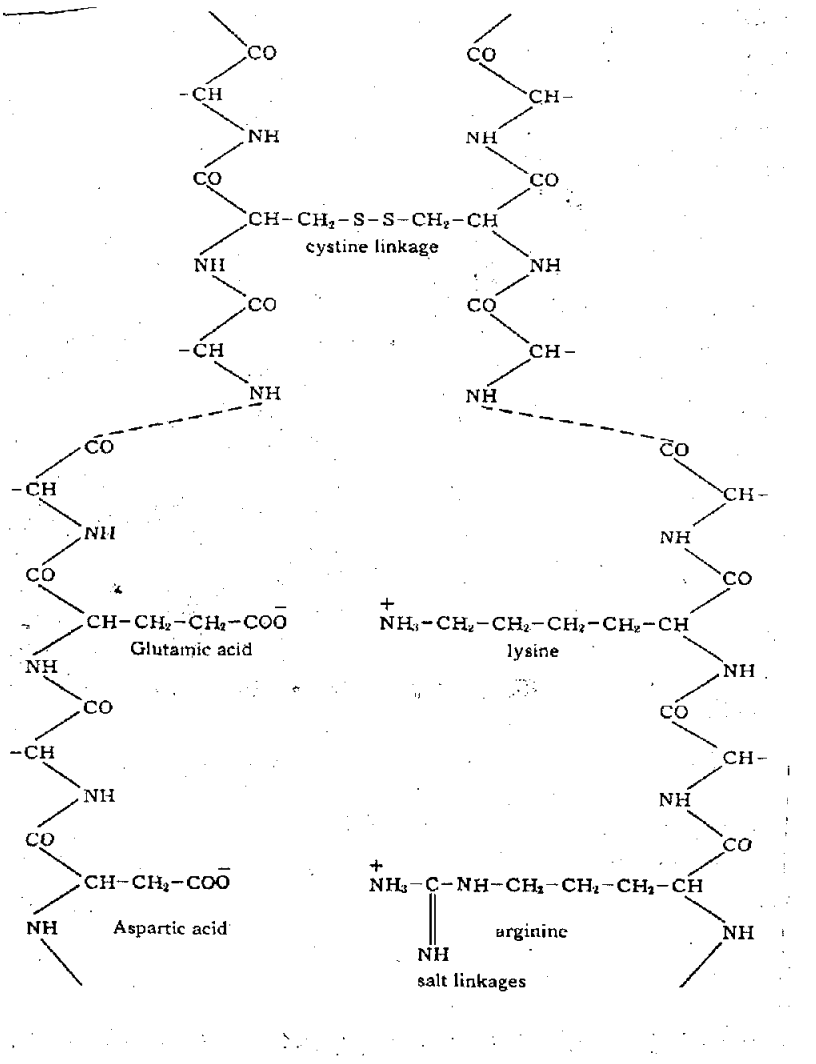


รูปที่ 2-1 สูตรโครงสร้างเส้นใยฝ้าย

ฝ้ายประกอบด้วยเซลลูโลส 87-90 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำ 5-8 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นสิ่งเจือปนชนิดอื่น ส่วนใหญ่มีสีขาว ในบางครั้งอาจมีสีครีมหรือน้ำตาล ฝ้ายจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้น 10-20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปียก ทนอุณหภูมิสูงได้ดี มีความหนาแน่น 1.51 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ฝ้ายอาจถูกนำมาใช้เดี่ยวๆ หรือผสมกับเส้นใยชนิดอื่น เช่น โพลิเอสเตอร์ เพื่อให้มีคุณภาพเป็นไปตามวัตถุประสงค์ เช่นทำให้ยับยาก และ ง่ายต่อการรีดให้เรียบ

2.1.2 วูล (Wool)

วูลเป็นเส้นใยโปรตีนได้จากขนสัตว์ มีความยาวประมาณ 1-8 นิ้ว ตามปรกติมีสีขาว ในบางครั้งอาจมีสีเทา, น้ำตาล, ดำ มีความเหนียวน้อยกว่าฝ้าย ความเหนียวจะลดลง 10-20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปียกน้ำ มีความยืดตัว 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำวูลไปต้ม จะทำลาย พันธะคีสตีน (Cystine Linkage), มีความหนาแน่น 1.15-1.30 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร มีสูตรโครงสร้างดังนี้



รูปที่ 2-2 สูตรโครงสร้างเส้นใยวูล

2.1.3ไหม (Silk)

ไหมเป็นเส้นใยโปรตีนซึ่งมีพันธะเปปไตด์ ไม่มีพันธะคีสตีน มีความยาว 1300-2000 ฟุต ในบางครั้งอาจจะยาวถึง 4000 ฟุต มีสีเหลือง ในบางครั้งอาจมีสีเทาเป็นเส้นใยที่เหนียวที่สุดในจำพวกเส้นใยสัตว์ ความเหนียวจะลดลงเมื่อเปียกน้ำ มีความยืดตัว 20 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวเดิม มีความหนาแน่น 1.32- 1.34 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร มีความทนต่อแสงอาทิตย์น้อยกว่าฝ้ายหรือวูล

2.1.4 แอสเบสทอส (Asbestos)

แอสเบสทอสเป็นเส้นใยแร่ในธรรมชาติได้จากหินแอสเบสทอส มีหลายรูปแบบ รูปแบบหนึ่งถูกใช้ในด้านผ้า คือ ไฮเดรท แมกนีเซียมซิลิเคท (Hydrated magnesium silicate) แอสเบสทอสเป็นเส้นใยที่มีความเหนียวมาก มีความทนต่อการแตกหักน้อย มีสีขาว, เหลือง, เขียว, หรือเทา ลักษณะที่สำคัญคือทนต่อความร้อนสูง มีความหนาแน่น 2.1-2.8 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

2.2 เส้นใยสังเคราะห์ (Man-made fiber)[1]

2.2.1 เรยอน (Rayon)

เรยอน ประกอบด้วยรีเจนเนอร์เรตเทด เซลลูโลส (regenerated cellulose) ซึ่งไฮโดรเจน (H) ของหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ถูกแทนที่ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ , วิธี การผลิตเรยอนมี 2 วิธี คือ

1) วิสคอส เรยอน (Viscose Rayon)

ได้จากเส้นใยต้นไม้มาละลายในด่าง (caustic soda, NaOH) อบ และเคลือบด้วยสารเคมีก่อนนำมาปั่นเป็นเส้นใย

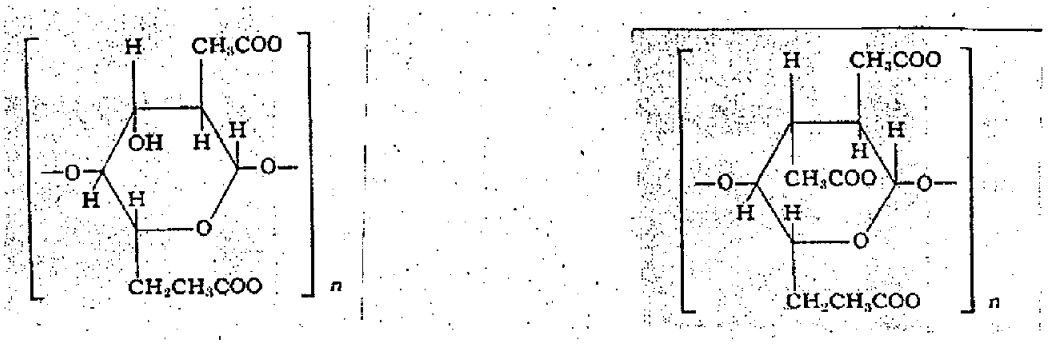
2) คูปรามโมเนียม (Cuprammonium)

ได้จาก การนำเอาฝ้ายมาทำให้บริสุทธิ์โดยต้มกับด่างอ่อน (dilute caustic soda) แล้วนำมาผสมกับสารละลายแอมโมเนีย, คอปเปอร์ซัลเฟต และโซเดียมไฮดรอกไซด์จากนั้นนำมาอบแล้วนำมาปั่นเป็นเส้นใย

เรยอนมีคุณสมบัติทนต่อกรดได้น้อย, มีความทนต่อด่าง ยกเว้นด่างเข้มข้นซึ่งจะทำให้เส้นด้ายพองตัวและลดความแข็งแรงของเส้นด้าย, มีความหนาแน่น 1.52 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร คล้ายคลึงกับฝ้าย

2.2.2 เส้นใยอะซิเตท และเส้นใยไตรอะซิเตท (Acetate Fiber and Triacetate Fiber)

เส้นใยอะซิเตท และเส้นใยไตรอะซิเตท มีสูตรโครงสร้างดังนี้



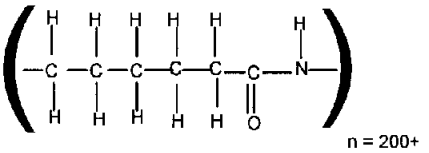
a) สูตรโครงสร้างเส้นใยอะซิเตท b) สูตรโครงสร้างเส้นใยไตรอะซิเตท

รูปที่ 2-4 สูตรโครงสร้างเส้นใย a) อะซิเตท b) ไตรอะซิเตท

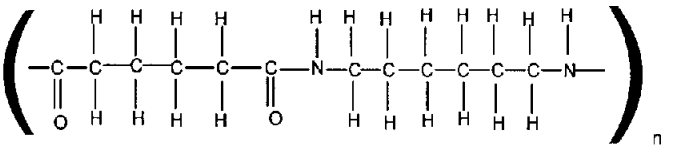
เส้นใยอะซิเตท และ เส้นใยไตรอะซิเตท มีความเหนียวปานกลาง แต่น้อยกว่าเรยอนเมื่อเปียกน้ำ เส้นใยอะซิเตทเมื่อถูกเผาไหม้อย่างช้าๆ จะเกิดสารที่หลอมเหลวซึ่งสามารถทำให้ผิวหนังเป็นรอยไหม้ได้ มีความหนาแน่น 1.30-1.32 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

2.2.3 เส้นใยโพลิเอไมด์ (Polyamide)

เส้นใยโพลิเอไมด์ ที่ผลิตมากได้แก่ ไนล่อน6-6 และ ไนล่อน 6 มีสูตรโครงสร้างดังนี้



a) สูตรโครงสร้างไนล่อน 6



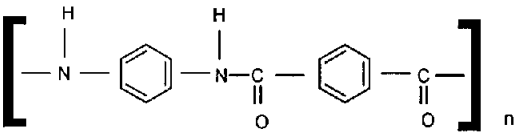
b) สูตรโครงสร้างไนล่อน 6-6

รูปที่ 2-4 สูตรโครงสร้างเส้นใย a) ไนล่อน6 b) ไนล่อน6-6

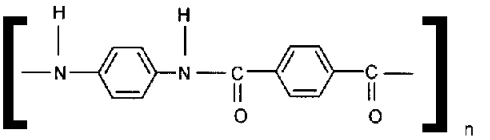
ไนล่อนมีคุณสมบัติต่อต้านรอยพับหรือรอยย่นได้ดี มีสีค่อนข้างขาว เมื่อถูกความร้อนจะหลอมเหลวอย่างช้าๆ มีความหนาแน่น 1.12-1.15 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

2.2.4 เส้นใยอารามิด (Aramid Fiber)

เส้นใยอารามิดมีโซ่ยาว ของอะโรมาติคโพลิเอไมด์ สังเคราะห์ ซึ่งมีอย่างน้อยที่สุด 85 เปอร์เซ็นต์ ของการเชื่อมโยงเอไมด์ (amide linkage) ต่อโดยตรงกับวงแหวนอะโรมาติค (Aromatic ring) อารามิดมีคุณสมบัติที่เด่นคือ มีความต้านแรงดึงสูง ทนความร้อน มีความหนาแน่น 1.38 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร และมีความเหนียวมาก อารามิดที่ผลิตมี 2 ชนิด คือ โนเมก (Nomex) และ เคฟลาร์ (Kevlar) (ชื่อทางการค้า) มีสูตรโครงสร้างคือ



a) สูตรโครงสร้างของโนเมก

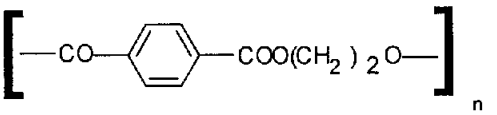


b) สูตรโครงสร้างของเคฟลาร์

รูปที่ 2-5 สูตรโครงสร้างเส้นใยอารามิด

2.2.5 เส้นใยโพลิเอสเตอร์ (Polyester)

เส้นใยโพลิเอสเตอร์หมายถึงเส้นใยที่ประกอบด้วยอย่างน้อยที่สุด 85 เปอร์เซ็นต์ของเอสเตอร์มีชื่อทางการค้าว่า Avlin, Dacron, Kodel IV, และ Trevira ซึ่งปั่นมาจากจากโพลิเอทิลีน เทเรพทาเลท (Polyethylene Teraphthalate, PET) โพลิเอสเตอร์มีสูตรโครงสร้าง คือ

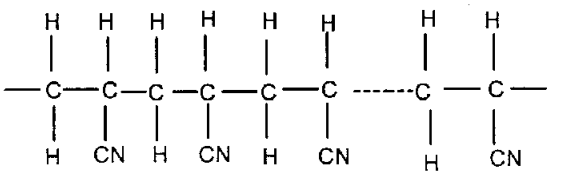


รูปที่ 2-6 สูตรโครงสร้างเส้นใยโพลิเอสเตอร์

โพลิเอสเตอร์มีสีขาว มีความเหนียวดีมาก มีความยืดหยุ่นตัวน้อยกว่าไนล่อน แต่สูงกว่าฝ้าย และเรยอน, มีการดูดความชื้นต่ำ น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ มีความทนต่อกรดและด่างได้ดี มีความหนาแน่น 1.38 หรือ 1.23 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

2.2.6 เส้นใยอะไครลิค (Acrylic Fiber)

เส้นใยอะไครลิคผลิตจากสารที่ทำเส้นใยซึ่งมีลักษณะเป็นโซ่ยาวซึ่งประกอบไปด้วยอย่างน้อยที่สุด 85 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของ อะคริโรไนตริล ยูนิท ดังรูปข้างล่างนี้



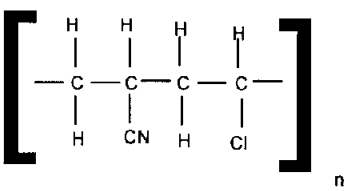
รูปที่ 2-7 สูตรโครงสร้างเส้นใยอะไครลิค

เส้นใยอะคริลิค มีสีขาว หรือ ค่อนข้างขาว มีความเหนียวปานกลางถึงดี มีความยืดหยุ่นดี มีความหนาแน่น 1.12-1.19 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

2.2.7 เส้นใยโมดาไครลิค (Modacrylic Fiber)

เส้นใยโมดาไครลิค มี อะไครโลไนตริล ยูนิทน้อยกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่น้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีความเหนียวและยืดหยุ่นดี จะแข็งตัวและเปลี่ยนสีที่อุณหภูมิเกิน 300 องศาเซลเซียส เมื่อถูกเปลวไฟจะหลอมเหลวและเปลี่ยนเป็นเถ้า เมื่อเอาออกจากเปลวไฟ ไฟที่ติดจะดับเอง มีความหนาแน่น 1.30 หรือ 1.36 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

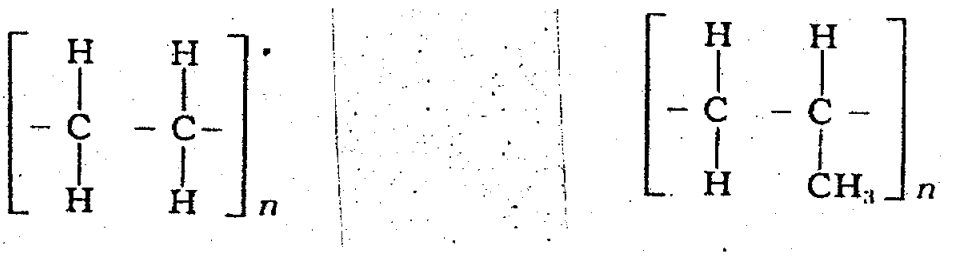
ตัวอย่างโครงสร้างของโมดาไครลิค ได้แก่ Dynel ประกอบด้วย ไวนิลคลอไรด์ 60 เปอร์เซ็นต์ และ ไวนิลไซยาไนด์ 40 เปอร์เซ็นต์ มีหน่วยที่ซ้ำกันดังนี้



รูปที่ 2-8 สูตรโครงสร้างเส้นใยโมดาไครลิค

2.2.8 เส้นใยโอลิฟิน (Olefin Fiber)

เส้นใยโอลิฟินเป็นใยสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยเอทธิลีน โพรพิลีนหรือโอลิฟินอื่น ๆ อย่างน้อยที่สุด 85 เปอร์เซ็นต์ มีสูตรโครงสร้างคือ



a) โพลิเอธิลีน b)โพลิโพรพิลีน

รูปที่ 2-9 สูตรโครงสร้างเส้นใยโอลิฟิน

โพลิเอธิลีนมีความเหนียวปานกลางถึงดี โพลิโพรพิลีนมีความเหนียวมากกว่า ความเหนียวขึ้นกับดีกรีของการโพลิเมอไรเซชั่น โพลิเอทธิลีนทนความร้อนน้อยกว่าโพลิโพรพิลีนเส้นใยโอลิฟินทนต่อกรดและด่างดีมาก ยกเว้นกรดไนตริกที่อุณหภูมิสูง มีความหนาแน่น 0.90-0.92 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

2.2.9 เส้นใยยาง (Rubber fiber)

เป็นเส้นใยที่ผลิตจากยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์ ได้แก่

1) เส้นใยที่ผลิตขึ้นจากไฮโดรคาร์บอน เช่น ยางธรรมชาติ, โพลิไอโซพรีน (Polyisoprene), โพลิบิวตะไดอีน, โคโพลิเมอร์ของไดอีน และไฮโดรคาร์บอน, หรืออะมอฟัสโพลิโอลิฟิน

2) เส้นใยที่ผลิตจากโคโพลิเมอร์ของอะไครโลไนตริล และไดอีนซึ่งประกอบไปด้วยอะไครโลไนตริลยูนิทไม่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

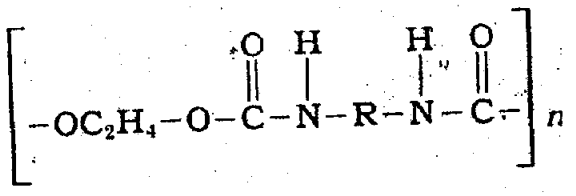
3) เส้นใยที่ผลิตจากโพลิ คลอโรพรีน หรือโคโพลิเมอร์ของคลอโรพรีน (Chloroprene) ซึ่งมีคลอโรพรีนยูนิท ไม่น้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ คลอโรพรีนยูนิท มีโครงสร้างดังนี้

$$\left(-CH_2-\underset{\underset{CL}{|}}{C}=CH-CH_2- \right)_n$$

รูปที่ 2-10 สูตรโครงสร้างคลอโรพรีนยูนิท

2.2.10 สแปนเดก (Spandex)

สแปนเดกเป็นเส้นใยที่ถูกผลิตขึ้นจากสารที่ทำเส้นใยที่เป็นโพลิเมอร์สังเคราะห์ โซ่ยาวซึ่งประกอบด้วยโพลิยูเรเทน อย่างน้อยที่สุด 85 เปอร์เซ็นต์ ดังสูตรโครงสร้างข้างล่าง เป็นเส้นใยที่มีสีขาวหรือเกือบขาว มีความแข็งแรงต่ำกว่าเส้นใยอื่นๆ แต่มีความยืดดีมาก มีความหนาแน่น 1.20 ถึง 1.21 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร



รูปที่ 2-11 สูตรโครงสร้างเส้นใยสแปนเดก

2.2.11 เส้นใยแก้ว (Glass Fiber)

ใยแก้วเป็นเส้นใยอนินทรีย์ที่ทำจากโบโรซิลิเคท (Borosilicate glass) เป็นเส้นใยที่ทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศและแสงแดด มีสีขาว, มีความแข็งแรงมาก, ไม่ดูดความชื้น, ไม่หดตัว, ไม่ค่อยมีรอยยับ, ไม่ติดไฟ มีความหนาแน่น 2.4-2.6 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

2.2.12 เส้นใยโลหะ (Metallic Fiber)

เส้นใยโลหะถูกผลิตขึ้นจากโลหะ, โลหะเคลือบพลาสติก, หรือพลาสติกเคลือบโลหะ เส้นใยโลหะมีมากมายได้แก่ เหล็กไร้สนิม, โครเมียม, นิเกิลอัลลอย, แพททินัม, ทิทาเนียม, ทองแดง, อลูมิเนียม, เบอริลเลียม และ ทังสเตน

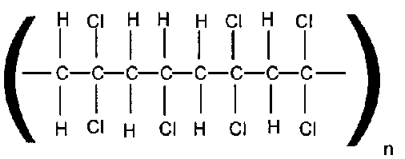
2..2.13 เส้นใยคาร์บอน (Carbon Fiber)

เส้นใยคาร์บอนมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ทำจากกราไฟท์ (Graphite) ในการผลิตเส้นใยคาร์บอนนั้น เส้นใยอะไครลิค หรือเส้นใยเรยอน จะถูกทำให้เป็นคาร์บอนที่อุณหภูมิสูงกว่า 2500 องศาเซลเซียส เส้นใยคาร์บอนมีความเหนียวมาก, ไม่ยืดหยุ่น และทนความร้อนสูง มักนำเส้นใยมาใช้กับเรซินเพื่อเสริมแรง

2.2.14 ซาราน (Saran)

ซารานเป็นเส้นใยที่ผลิตจากโพลิเมอร์สังเคราะห์ที่ประกอบด้วยไวนิลลิดีน คลอไรด์ ยูนิท

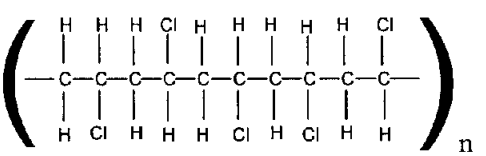
(Vinylidene Chloride unit) อย่างน้อยที่สุด 80 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ซารานมีความทนต่อกรดและด่างได้ดี, และทนต่อการขัดสี, เมื่อถูกกับแสงอุลตราไวโอเลทจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล, มีความหนาแน่น 1.7 กรัม/ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร มี สูตรโครงสร้างดังข้างล่าง



รูปที่ 2-12 สูตรโครงสร้างเส้นใยซาราน

2.2.15 วินยอน (Vinyon)

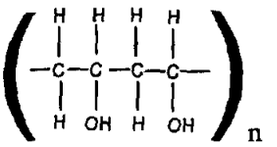
วินยอนเป็นเส้นใยที่ผลิตขึ้นจากโพลิเมอร์สังเคราะห์ซึ่งประกอบไปด้วยไวนิลคลอไรด์ยูนิท (Vinyl Chloride unit) อย่างน้อยที่สุด 85 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีสีขาว, ดูดความชื้นต่ำ ,เมื่อถูกความร้อนจะอ่อนตัวที่อุณหภูมิประมาณ 66 องศาเซลเซียส, มีความหนาแน่น 1.34-1.37 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร มีสูตรโครงสร้างข้างล่าง



รูปที่ 2-13 สูตรโครงสร้างเส้นใยวินยอน

2.2.16 ไวนอล (Vinal)

ไวนอลเป็นเส้นใยที่ผลิตขึ้นจากโพลิเมอร์สังเคราะห์ซึ่งประกอบด้วยไวนิล อัลกอฮอล์ ยูนิท อย่างน้อยที่สุด 50 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ,มีสีขาว, ดูดความชื้นต่ำ, เมื่อถูกความร้อนจะหดตัวที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส, มีความหนาแน่น 1.26-1.30 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร มีสูตรโครงสร้างข้างล่าง

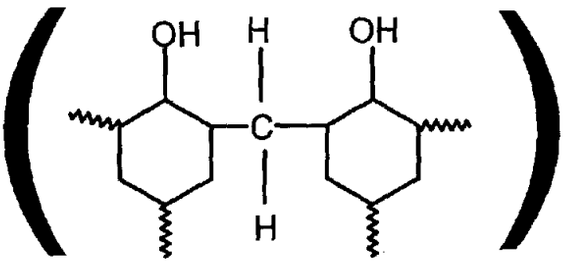


รูปที่ 2-14 สูตรโครงสร้างเส้นใยไวนอล

2.2.17โนโวลอย (Novoloid)

โนโวลอยเป็นเส้นใยสังเคราะห์ซึ่ง ประกอบด้วยโนโวแลคที่มีโครงสร้างแบบร่างแห (cross-linked novolac) อย่างน้อยที่สุด 85 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก มีความหนาแน่น 1.25 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร มีความทนอุณหภูมิสูง เมื่อเผาไฟจะกลายเป็นถ่าน

(Charring) โดยไม่หลอมเหลว มีสูตรโครงสร้างคือ



รูปที่ 2-15 สูตรโครงสร้างเส้นใยโนโวลอย

2.3 ชนิดของเส้นใยที่วิเคราะห์

วิธีวิเคราะห์หาชนิดของเส้นใยครอบคลุมเส้นใยดังต่อไปนี้

Acetate(secondary)	Nylon
Acrylic	Nytril
Anidex	Olefin
Aramid	Polycabonate
Asbestos	Polyester

Cotton	Ramie
Cuprammonium rayon	Rayon(viscose)
Flax	Saran
Fluorocarbon	Silk
Glass	Spandex
Hemp	Triacetate
Jute	Vinal
Modacrylic	Vinyon
Novoloid	Wool

2.4 ชื่อทางการค้าของเส้นใยสังเคราะห์

เส้นใยสังเคราะห์ที่กล่าวข้างต้น ผลิตโดยผู้ผลิตหลายราย ภายใต้ชื่อทางการค้าต่อไปนี้

Acetate	Acele, Avisco, Celanse, Chromspun, Estron
Acrylic	Acrilan, Courtelle, Creslan, Dralon, Orlon, Zefran
Anidex	Anim/8
Aramid	Arenka, Conex, Kevlar, Nomex,
Cuprammonium	Bemberg
Fluorocarbon	Teflon
Glass	Fiberglas, Garan, Modiglass, PPG, Ultrastrand
Modacrylic	Dynel, Kanecaron, Monsanto SEF, Vereel
Novoloid	Kynol

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

Nylon 6	Caprolan, Enka, Perlon, Zefran
Nylon 6,6	Antron, Blue C, Cantrece, Celanese, Pillips
Nylon(other)	Rilsan(nylon 11), Quina
Nytril	Darvan
Olefin	Durel, Herculon, Marvess, Polycrest
Polyester	Avlin, Beaunit, Blue C, Dacron, Encron, Fortrel, Kodel, Quintess, Spectran, Trevira, Vyoron, Zephran
Rayon	Avril, Avisco, Dynaccor, Enka, Fiber 700, Fibro, Nupron, Rayflex, Suprenka, Tyrex, Tyron
Saran	Enjay, Saran
Spandex	Glospun, Lycra, Numa, Unel
Triacetate	Arnel
Vinyon	Avisco, Clevyl, Rhovyl, Thermovyl, Volpex

บทที่3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

วิธีวิเคราะห์เส้นใย สามารถเลือกใช้ได้หลายวิธีมาประกอบกัน ซึ่งในที่นี้ได้ศึกษารวบรวมไว้ 4 วิธี คือ การวิเคราะห์ด้วยเครื่องอินฟราเรด สเปคโตรโฟโตมิเตอร์, การวิเคราะห์ธาตุโดยใช้โซเดียมฟิวชั่น, การทดสอบการละลายในสารเคมีต่างๆ, การทดสอบสมบัติทางกายภาพซึ่งได้แก่ จุดหลอมเหลว, ความหนาแน่น และ การลุกไหม้ ขั้นตอนการวิเคราะห์สามารถเลือกทำวิธีใดก่อนก็ได้ แต่จากประสบการณ์ในการวิเคราะห์เส้นใย จะเลือกทำตามขั้นตอนในไดอะแกรมข้างล่างนี้ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว

Unknown Fiber

↓

IR

↓

วิเคราะห์ธาตุ N, S, Cl, F, Br

↓

ทดสอบการละลาย

↓

ทดสอบสมบัติทางกายภาพ เช่น
จุดหลอมเหลว, ความหนาแน่น, ทดสอบการเผาไหม้

รูปที่ 3-1 ไดอะแกรมขั้นตอนการวิเคราะห์

เมื่อได้ unknown fiber ก็ทำการวิเคราะห์โดย IR ก็จะได้สเปคตรัมที่มีลักษณะเฉพาะตัวซึ่งก็สามารถนำไปเปรียบเทียบกับสเปคตรัมของ known fiber ซึ่งอาจใช้เวลานานถ้าเป็นเส้นใยที่ไม่เคยทำมา

ก่อน หรืออาจไม่ชัดเจนถ้าเป็นเส้นใยผสม จึงควรทำโซเดียมฟิวชั่น เพื่อวิเคราะห์ธาตุ N, S, Cl, F, และBr ก่อน แล้วจึงเปรียบเทียบกับสเปคตรัมของ known fiber เลือกเปรียบเทียบเฉพาะเส้นใยที่มีธาตุที่วิเคราะห์ แล้วทดสอบการละลายเพราะเส้นใยอาจเป็นเส้นใยผสมก็ได้ จากนั้นก็ทดสอบสมบัติทางกายภาพ เช่น จุดหลอมเหลว, ความหนาแน่น, และทดสอบการลุกไหม้

3.1 ตัวอย่าง

เป็นเส้นใยชนิดต่างๆ ซึ่งหน่วยงานรัฐและเอกชนส่งมาวิเคราะห์ทดสอบ

3.2วัสดุและอุปกรณ์

1) Infrared Spectrophotometer

2) เครื่องอัดตัวอย่างเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ

3) เครื่องอัดตัวอย่างเส้นใยรวมกับโปตัสเซียมโบรไมด์เป็นแผ่นวงกลมบางๆ

4) หลอดทดลองสำหรับเผาขนาดเล็ก

5) ตะเกียงบุนเซน

6) บีกเกอร์ขนาดต่างๆ

7) เครื่อง DSC (Differential Scaning Calorimeter)

8) กระบอกตวงขนาดต่างๆ

9) ลูกลอยแก้วมาตรฐาน มีความหนาแน่นในช่วง 0.9000-3.0000 กรัม/ลูกบาศก์เซ็นติเมตร

3.3 สารเคมี

1) โปตัสเซียมโบรไมด์

2) 5% NaOH

3) Trichloroethylene

4) Acetic acid, glacial ระวังอย่าให้ถูกผิวหนังหรือตา

5) Acetone, reagent grade ระวังติดไฟง่าย

6) Sodium hypochorite solution 5 % อย่าสูดดมเข้าไปเพราะจะทำให้เกิดระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินอาหารและทางเดินหายใจ

7) Hydrocholic acid concentrated reagent 20 % เตรียมโดยเจือจาง 50 มิลลิลิตร กรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 38 % ด้วย 95 มิลลิลิตร น้ำกลั่น

8) Formic acid 85% ระวังอย่าให้เข้าตาและถูกกับผิวหนัง

9) 1,4 Dioxane เป็นสารติดไฟ, ไอที่ระเหยเป็นอันตรายจึงไม่ควรสูดดม, ระคายเคืองต่อผิวหนังและปอด

10) Meta Xylene เป็นสารติดไฟ, ทำให้เส้นประสาทมึนตึงและง่วงนอน

11) Cyclohexanone เป็นสารที่ติดไฟ, ไม่ควรสูดหายใจเข้าไป, ระวังอย่าให้เข้าตา

12) Dimethyl formamide ระวังอย่าให้ถูกกับผิวหนัง ถ้าถูกต้องล้างออกทันที

13) สารละลายกรดซัลฟุริค เข้มข้น 59.5±0.25 % โดยน้ำหนัก ความหนาแน่น 1.4929± 0.0027กรัม ต่อ มิลลิลิตร ที่ 20 องศาเซลเซียส เตรียมโดย ชั่ง 59.5 กรัม กรดซัลฟุริค (Sp.Gr. 1.84) ใส่ลงในบีกเกอร์ และชั่งน้ำกลั่นหนัก 40.5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร ค่อยๆ เทกรดที่ชั่งไว้ลงในขวดน้ำกลั่น (ควรจะนำขวดรูปชมพู่แช่ ในน้ำเย็น เพราะเวลาผสมกรดลงน้ำจะร้อนมาก)

14) กรดซัลฟุลิค 70 %±1% โดยน้ำหนัก ความหนาแน่น 1.6105 ± 0.0116 กรัม ต่อมิลลิลิตร เตรียมโดย ชั่ง 70 กรัม ของซัลฟุริคเข้มข้น (Sp.Gr. 1.84) ลงในบีกเกอร์ และชั่ง 30 กรัมน้ำกลั่นในขวดชมพู่ที่มีน้ำหล่อเย็น ค่อยๆ เท70 กรัม กรดซัลฟุริค ลงใน 30 กรัมน้ำกลั่นที่ชั่งไว้

15) Meta Cresol, reagent grade เป็นพิษ ควรใช้ตู้ดูดควันพิษที่ระบายอากาศได้ดี

16) กรดไฮโดรฟลูออริค 49 % reagent grade เป็นอันตรายมาก ควรทำในตู้ดูดควันพิษ และอย่าให้ถูกกับผิวหนัง

17) Tetrachloroethylene

18) น้ำกลั่น

3.4. วิธีดำเนินการ

3.4.1 การใช้ เครื่องอินฟราเรด สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Infrared Spectrophotometer)

วิธีเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โดยอินฟราเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์อาจทำโดย

วิธี 1 บดตัวอย่างกับโปตัสเซียมโบรไมด์ โดยใช้กรรไกรตัดเส้นใยให้ยาวน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร บดกับ 200 มิลลิกรัม ของโปตัสเซียมโบรไมด์ แล้วใส่ในเครื่องอัดเป็นแผ่นวงกลม กดด้วยความดันประมาณ 14 MPa (2000 psi) เป็นเวลา 2-5 นาที

วิธีที่ 2 นำเส้นใยไปละลายด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม (ดูตารางที่ 3-1) แล้วนำไปป้ายบนเซลโซเดียมคลอไรด์ แล้วปล่อยให้ตัวทำละลายแห้ง แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ด้วยอินฟราเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

วิธีที่3 นำเส้นใยไปอัดเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ ที่อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม

ตารางที่ 3-1 ตัวทำละลายเส้นใยเพื่อเตรียมเป็นแผ่นฟิล์ม

Fiber Generic Type	Cast Film From
Acetate	acetone solution
Modacrylic	acetone or butyrolactone
Nylon	melt
Nytril	acetone or butyrolactone
Olefin	melt
Polyester	melt
Saran	melt
Triacetate	methylene chloride solution
Vinal	methylene chloride solution
Vinyon	methylene chloride solution

เมื่อได้สเปคตรัมของตัวอย่างเส้นใยก็นำไปเปรียบเทียบกับสเปคตรัมอ้างอิงที่รู้แล้ว (ดูรูปในภาคผนวก)[2]

3.4.2 การวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาธาตุองค์ประกอบ โดยวิธีโซเดียมฟิวชั่น (Sodium fusion)[4]

ตัดชิ้น sodium (ประมาณ 0.02 กรัม) ใส่ลงในหลอดเผา (Ignition tube)ขนาดเล็ก เติมตัวอย่างที่จะวิเคราะห์หาธาตุ ประมาณ 0.1 กรัม ลงไป นำหลอดทดลองนี้ไปเผาไฟจนหมดควันและหลอดทดลองร้อนจนแดง จุ่มหลอดทดลองลงในน้ำกลั่น 10 cm^3 ที่บรรจุในบีกเกอร์ขนาดเล็ก หลอดแก้วจะแตก ถ้าไม่แตกให้เคาะเบาๆ นำบีกเกอร์ไปต้มให้เดือด ประมาณ 2 นาที แล้วกรอง นำสารละลายที่กรองได้แบ่งเป็น 4 ส่วน เพื่อวิเคราะห์หา N, S, Cl, Br, F

3.4.2.1 วิธีวิเคราะห์หาธาตุไนโตรเจน (Nitrogen, N)

นำสารละลายที่กรองได้ข้างต้นไปต้มให้เดือด หยด 3 หยด ของ 5 % เฟอรัส ซัลเฟต (ferrous sulfate) ที่เตรียมใหม่ ๆ และทิ้งไว้ให้เย็น แล้วทำสารละลายให้เป็นกรดด้วย 5N กรดซัลฟุริค แล้วหยด 1หยด ของ 0.5N เฟอร์ริค คลอไรด์ (ferric chloride)ในน้ำ ถ้าสารละลายที่ทดสอบมีไนโตรเจนจะเกิดตะกอนสีฟ้า (Prussian blue) ของ ferric ferrrocyanide

3.4.2.2 วิธีวิเคราะห์หาธาตุซัลเฟอร์ (Sulpher, S)

นำสารละลายที่กรองได้ข้างต้น มาเติม 3 หยดของสารละลาย 5 % sodium nitroprusside ถ้าปรากฏสีม่วง แสดงว่ามี sulpher (ถ้าปรากฏสีม่วงในระยะเวลาสั้นแสดงว่ามี sulpher เพียงเล็กน้อย)

3.4.2.3 วิธีวิเคราะห์หาธาตุ คลอรีน และ โบรมีน (Chlorine และ Bromine, Cl และ Br)

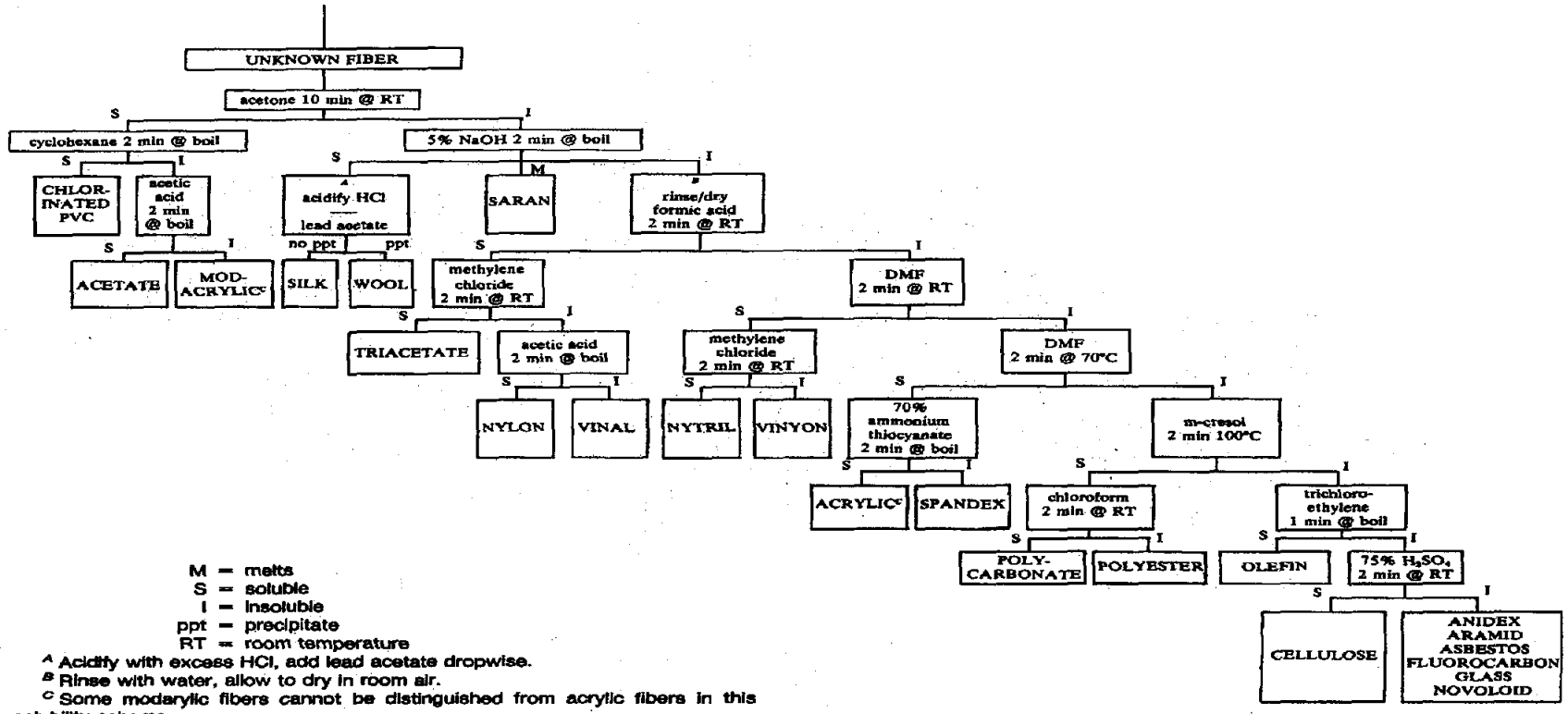
นำสารละลายที่กรองได้ข้างต้น มาทำให้เป็นกรดด้วย 5N กรดไนตริก ถ้าตรวจพบไนโตรเจนหรือ ซัลเฟอร์ ให้นำสารละลายที่กรองได้ไปต้มให้เดือดเป็นเวลา 2 นาที แล้วเติมสารละลาย 0.1 N ซิลเวอร์ไนเตรท (Silver nitrate) ถ้าเกิดตะกอนสีขาวซึ่งละลายในแอมโมเนียแสดงว่ามีคลอรีน ถ้าเกิดตะกอนสีเหลืองที่ไม่ละลายในแอมโมเนียแสดงว่ามีโบรมีน

3.4.2.4 วิธีวิเคราะห์หาธาตุ ฟลูออรีน (Fluorine, F)

เตรียมสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ของ 0.1% เซอร์โคเนียมไนเตรท (zirconium nitrate) และ 0.1% อะลิซาริน เรด (alizarin red S) ตัดกระดาษกรองเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วจุ่มลงในสารละลายที่เตรียมนี้แล้วตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง เมื่อต้องการใช้ก็นำกระดาษกรองนี้มาทำให้ชื้นด้วยสารละลายกรดอะซีติค (50%) นำสารละลายที่กรองได้ข้างต้นมาทำให้เป็นกลางด้วย 5N กรดไฮโดรคลอริค แล้วหยดสารละลายนี้ลงบนกระดาษกรองที่ทำให้ชื้น ถ้าสีแดงของกระดาษกรองเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแสดงว่ามีฟลูออรีน

3.4.3 การทดสอบดูการละลายในสารเคมีต่าง ๆ[2]

ชนิดของเส้นใยสามารถทดสอบโดยดูการละลายในสารเคมีต่าง ๆ ได้โดยใช้ แผนภาพการละลาย ดังรูป 3-1 โดยใส่ Unknown fiber ในสารละลายที่อุณหภูมิและช่วงเวลาที่ระบุ แล้วดูว่าเส้นใยละลายหรือไม่ เส้นใยอาจเป็นเส้นใยผสม ซึ่งบางส่วนอาจละลาย และบางส่วนอาจไม่ละลาย ก็ได้ และอาจทดสอบดูการละลายตามตารางที่ 3-2 ประกอบด้วยก็ได้



รูปที่ 3-1 การหาชนิดของเส้นใยโดยดูจากการละลาย

ตารางที่ 3-2 การละลายของเส้นใย[3]

	acetic acid	acetone	sodium hypochlorite	hydrochloric acid	formic acid	1,4 dioxane	m-xylene	cyclohexanone	dimethyl formamide	sulfuric acid	sulfuric acid	m-cresol	hydrofluoric acid
Concentration (%)	100	100	5	20	85	100	100	100	100	59.5	70	100	50
Temperature (C)	20	20	20	20	20	101	139	156	90	20	38	139	20
Time (minutes)	5	5	20	10	5	5	5	5	10	20	20	5	20
acetate	S	S	I	I	S	S	I	S	S	S	S	S	
acrylic	I	I	I	I	I	I	I	I	S	I	I	P	I
anidex	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
aramid	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
azlon	I	I	S										
cotton & flax	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	I	I
glass	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S
modacrylic	I	SE	I	I	I	SP	I	S	SP*	I	I	P	
novoloid	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I†
nylon	I	I	I	S	S	I	I	I	N	S	S	S	
nytril	I	I	I	I	I	I	I	S	S	I	I	SP	
olefin	I	I	I	I	I	I	S	S	I	I	I	I	
polyester	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	I
rayon	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	S	I	I
saran	I	I	I	I	I	S	S	S	S	I	I	I	
silk	I	I	S	I	I	I	I	I	I	S	S	I	
spandex	I	I	I	I	I	I	I	I	S	SP	SP	SP	
teflon	I	I	I	I		I	I	I	I	I	I	I	I
vinal				S	S	I	I	I	I	S	S	I	
vinyon	I	S	I	I	I	S	S	S	S	I	I	S	
wool	I	I	S	I	I	I	I	I	I	I	I	I	

S = Soluble
I = Insoluble
P = Forms plastic mass
SP = Soluble or forms plastic mass

SE = *Soluble except for one modacrylic fiber characterized by low flammability and liquid inclusions visible in cross-section.*
N = Nylon 6 in soluble, nylon 6/6 is insoluble.
* = Soluble at 20 C without plastic mass.
† = Novoloid turns red.

3.4.4 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย เช่น ความหนาแน่น, จุดหลอมเหลว(ดูตารางที่3-3), การใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูลักษณะภายนอกทั้งแนวยาวและภาคตัดขวางของเส้นใยซึ่งเหมาะสำหรับตรวจดูเส้นใยพืชและขนสัตว์, การทดสอบการเผาไหม้ สามารถใช้จำแนกชนิดของเส้นใยได้ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง การหาจุดหลอมเหลวโดยเครื่อง DSC (Differential Scanning Calorimeter), การหาความหนาแน่นของเส้นใยโดยใช้ เดนซิตี้เกรเดียนเทคนิค (Density-Gradient technique) และการทดสอบการเผาไหม้เท่านั้น

3.4.4.1 การหาจุดหลอมเหลวโดยเครื่อง DSC

ตั้งโปรแกรมการเดินเครื่อง DSC ดังนี้ ใช้กาซไนโตรเจนไหลด้วยอัตราเร็ว 10 มิลลิเมตร/นาที ที่อุณหภูมิ 50-500 °C แล้วตัดตัวอย่างประมาณ 10-15 มิลลิกรัม ใส่แพน (pan) ปิดแพนให้สนิทด้วยที่กด แล้ววางแพนที่ใส่ตัวอย่างด้านซ้ายบนที่วางตัวอย่าง วางแพนเปล่าที่ปิดสนิทด้วยวิธีเดียวกันด้านขวา กดเริ่มต้นเดินเครื่อง ปล่อยให้เครื่องเดินจนจบโปรแกรมที่ตั้งไว้ ดูจุดหลอมเหลวจากกราฟแล้วเปรียบเทียบกับตารางที่ 3-3

3.4.4.2 การหาความหนาแน่นโดย Density-Gradient technique

ทำโดยการเตรียม หลอดทดลองหรือกระบอกตวงที่บรรจุของเหลวสองชนิดผสมกันโดยของเหลวที่มีความหนาแน่นมากอยู่ที่ก้นหลอดและความหนาแน่นจะค่อย ๆ ลดลงจนถึงระดับของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยอยู่ด้านบนของหลอดทดลอง โดยทำได้ดังนี้ จับหลอดทดลอง ตามแนวตั้ง เท 25 มิลลิลิตรของ tetrachloroethylene ต่อมาเตรียม สารละลายผสมของ tetrachloroethylene กับ Xylene อัตราส่วนละ 25 มิลลิลิตรโดยค่อย ๆ ลดสัดส่วนของ tetrachloroethylene ลงดังนี้ 90/10, 80/20,70/30, 60/40, 50/50, 40/60, 30/70, 20/80, 10/90. ค่อย ๆ เทสารละลายแต่ละตัวตามลำดับอย่างระมัดระวังโดยให้สารละลายแต่ละตัวไหลไปตามด้านข้างของ Density-Gradient tube สุดท้ายจึงเติม 25 ml ของ Xylene อยู่ข้างบน ใส่

Standard glass float ในช่วงที่ต้องการหา ความหนาแน่น และ ตัวอย่างเส้นใยที่ต้องการหาชนิด ลงใน Density-Gradient tube ทิ้งไว้ประมาณ ครึ่งชั่วโมง เพื่อให้ Standard glass float และ เส้นใยหยุดนิ่งในระดับที่ความหนาแน่นของสารละลาย บันทึกระดับของเส้นใยและ Standard glass float และ คำนวณหาความหนาแน่นของเส้นใยตามสูตร ดังนี้

$$D = a + [(x - y)(b - a)/(z - y)]$$

D = ความหนาแน่น ของ เส้นใยที่ต้องการหาชนิด

a และ b = ความหนาแน่น เป็น g/cm^3 ของ Standard glass floats a และ b

y และ z = ระยะความสูงจากก้นหลอดของ Standard glass float a และ b ตามลำดับ โดยที่ เส้นใยที่ต้องการหาชนิดอยู่ระหว่าง Standard glass floats ทั้งสอง, cm

x = ระยะความสูงของตัวอย่าง วัดจากก้นหลอดในระดับเดียวกับ Standard glass floats, cm

เมื่อได้ความหนาแน่น ของ unknown fiber แล้วก็เปรียบเทียบกับ ตาราง 3- 3

ตารางที่ 3-3 ความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวของเส้นใย[3]

ชนิดของเส้นใย	ความหนาแน่น	จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)
Natural fiber		
asbestos	2.1-2.8	over 350
celllulose	1.51	none
silk	1.32-1.34	none
wool and other hair	1.15-1.30	none
Man-Made Fiber		
acetate, secondary	1.32	260
acetate, tri.	1.30	288
acrylic	1.12-1.19	none
anidex	1.22	soften at 190
aramid	1.38	chars at 400
azlon	1.30	none
glass	2.4-2.6	850
metallic	varies	over 300
modacrylic	1.30 or 1.36	188 or 120
novoloid	1.25	none
nylon 6	1.12-1.15	213-225
nylon6-6	1.12-1.15	256-265

ตารางที่ 3-3 ความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวของเส้นใย[3] (ต่อ)

ชนิดของเส้นใย	ความหนาแน่น	จุดหลอมเหลว(องศาเซลเซียส)
nytril	1.20	218
polyester	1.38 or 1.23	250-260 or 282
polycthylene	0.90-0.92	135
polypropylene	0.90-0. 92	170
rayon	1.51	none
rubber	0.96-1.06	none
saran	1.70	168
spandex	1.20-1.21	230
vinal	1.26-1.30	none
vinyon	1.34-1.37	230 or 400

none ในตารางที่ 3-3 หมายถึง เส้นใยไม่หลอมเหลว

3.4.4.3 ทดสอบการลุกไหม้ (Burning test)

นำเส้นใยเข้ามาใกล้เปลวไฟ แล้วดูว่าเส้นใยหลอมหรือหดตัวหนีจากเปลวไฟหรือไม่ เคลื่อนเส้นใยเข้าไปในเปลวไฟแล้วดูว่าเส้นใยเกิดการลุกไหม้ในเปลวไฟหรือไม่ เคลื่อนเส้นใยออกจากเปลวไฟช้า ๆ และระมัดระวัง สังเกตดูว่า เส้นใยยังคงลุกไหม้ต่อไปอีกหรือไม่เมื่อเอาออกจากเปลวไฟ การทดลองนี้ต้องให้แน่ใจว่าเส้นใยยังคงลุกไหม้ก่อนเอาออกจากเปลวไฟ ถ้าเส้นใยยังคงลุกไหม้อยู่เป่าเปลวไฟให้ดับและดมกลิ่นควันไฟ สังเกตกลิ่นและตรวจดูสีของสิ่งที่หลงเหลือหลังการเผาไหม้ แล้วเปรียบเทียบกับ

ลักษณะการลุกเผาไหม้ในตารางที่ 3-4 ถ้ามีเส้นใยที่รู้ว่าเป็นชนิดใดอยู่แล้วนำมาทำการทดลองเปรียบเทียบด้วยก็จะช่วยในการตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 3-4 ลักษณะการลุกไหม้ของเส้นใย[3]

ชนิดของเส้นใย	Melt near flame	Shrinks from flame	Burn in flame	Continues to burn	Appearance of ash
silk	yes	yes	yes	slowly	soft black bead
wool	yes	yes	yes	slowly	irregular black
cellulose	no	no	yes	yes	light greyish
asbestos	no	no	no	no	may blacken
acrylic acetate azlon nytril	yes	yes	yes	yes	hard black irregular shaped
polyester	yes	yes	yes	yes	hard black round bead
nylon	yes	yes	yes	yes	hard grey round bead
olefin vinal	yes	yes	yes	yes	hard tan bead

ตารางที่ 3-4 ลักษณะการลุกไหม้ของเส้นใย[3] (ต่อ)

ชนิดของเส้นใย	Melt near flame	Shrinks from flame	Burn in flame	Continues to burn	Appearance of ash
modacrylic	yes	yes	yes	no	hard black irregular bead
saran					
vinyon					
metallic	yes	yes	no	no	metal bead
glass	yes	slowly	no	no	hard clear bead
rubber	yes	yes	yes	no	irregular mass
spandex	yes	no	yes	yes	fluffy black or grey
novoloid	no	no	brief	no	carbon

บทที่4

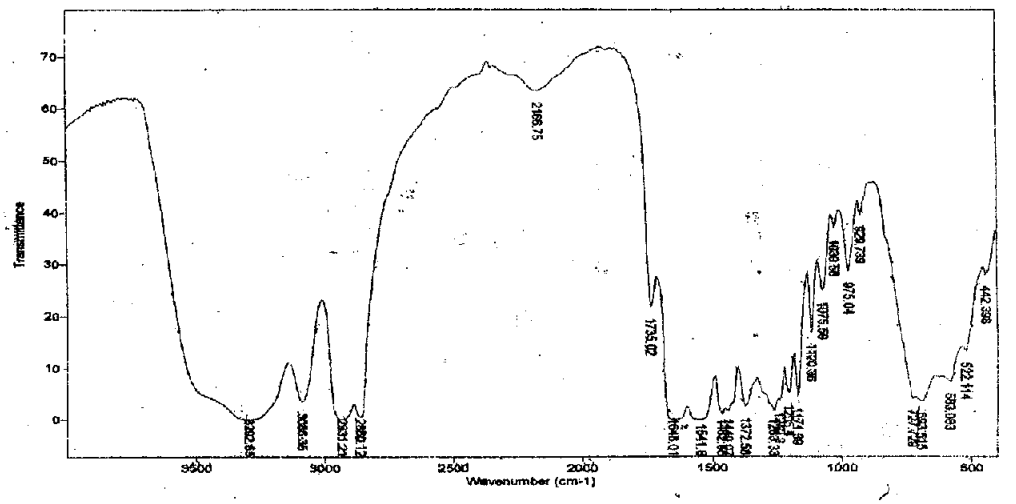
ผลการศึกษาทดลอง

4.1 การหาชนิดของเส้นใยไนล่อน

1) นำเส้นใยมาวิเคราะห์ ด้วย วิธี FTIR พบว่าให้สเปคตรัมเหมือนไนล่อน ดังรูป 4-1 ซึ่งจะให้ peak ที่สำคัญที่ wave number (cm^{-1}) 3292, 2931, 2860, 1648, และ 1541

2) วิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบพบว่ามี ไนโตรเจน

3) นำเส้นใยมาทดสอบการละลายพบว่า ละลายในกรดฟอร์มิค



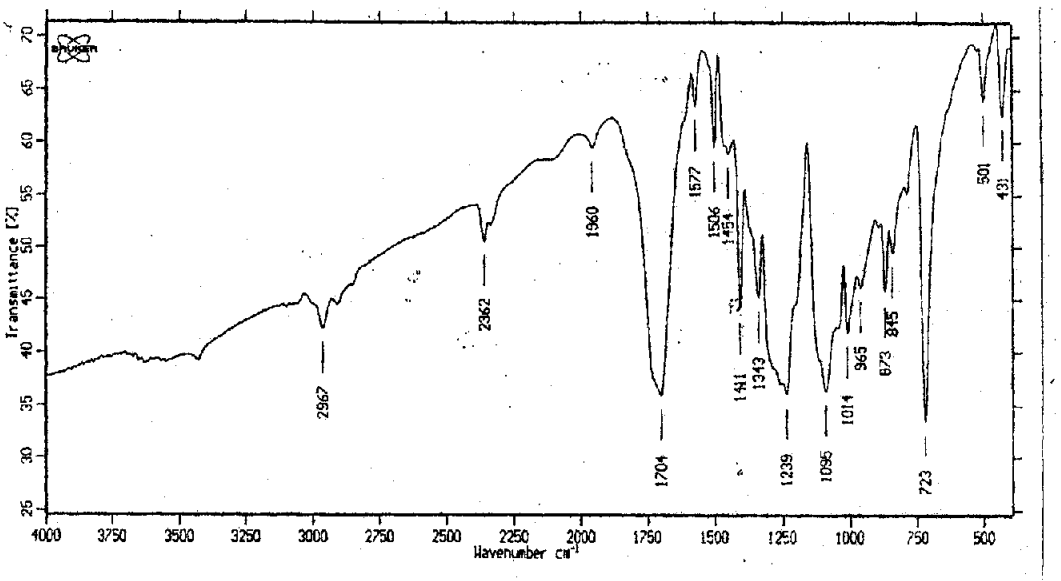
รูปที่4-1 FTIR spectrum ของเส้นใยไนล่อน

4.2 การหาชนิดของเส้นใยโพลิเอสเตอร์

1) นำตัวอย่างมาวิเคราะห์โดย FTIR พบว่าให้สเปคตรัมคล้ายโพลิเอสเตอร์ (ดังรูปที่ 4-2) ซึ่งจะให้ peak ที่ wave number (cm^{-1}) ที่เข้มมากที่ ดังนี้ 1704, 1239, 1095 และ 732

2) นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ธาตุด้วย พบว่าไม่มีธาตุไนโตรเจนในตัวอย่าง

3) ทดสอบการละลายพบว่าเส้นใยละลายหมดในเมตาครีซอล (m-cresol)



รูปที่ 4-2 FTIR Spectrum ของเส้นใยโพลิเอสเตอร์

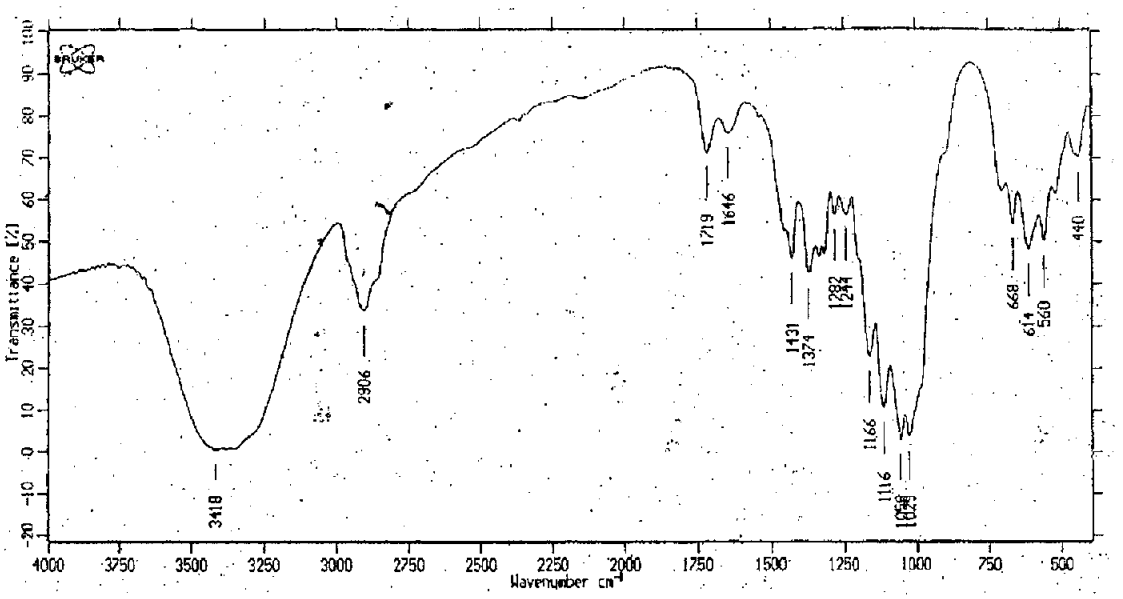
4.3 การหาชนิดของเส้นใยฝ้าย

1) นำตัวอย่างไปวิเคราะห์โดย FTIR พบว่าให้สเปคตรัมเหมือนฝ้าย ดังรูป ที่4-3 ซึ่งจะให้ peak ที่สำคัญที่ wave number (cm^{-1}) ดังนี้ 3418, 1058 -1029

2) วิเคราะห์ธาตุ ไม่พบ N, S, Cl, F, Br

3) ทดสอบการละลายของเส้นใย พบว่าเส้นใยละลายใน 70 เปอร์เซ็นต์ กรดซัลฟุริค แต่ไม่ละลายใน 59.5 เปอร์เซ็นต์ กรดซัลฟุริค

4) ทดสอบการเผาไหม้ พบว่าตัวอย่างไม่หลอมเหลวเมื่อเอาเข้าไปในเปลวไฟ ตัวอย่างลุกไหม้ในเปลวไฟ และเมื่อเอาออกจากเปลวไฟก็ยังคงลุกไหม้



รูปที่ 4-3 FTIR Spectrum ของเส้นใยฝ้าย

4.4 การหาชนิดของเส้นใยโพลิพาราฟีนิลีน เทเรพทาลาไมด์ (Poly-p-phenylene terephthalamide , PPTA หรือ Kevlar)

1) วิเคราะห์โดย FTIR โดยนำมาบดกับโปตัสเซียมโบรไมด์ ให้สเปคตรัมคล้ายโพลิพาราฟีนิลีนเทเรพทาราไมด์ (ดังรูปที่ 4-4) ซึ่งจะให้ peak ที่สำคัญที่ wave number (cm^{-1}) ดังนี้ 3492, 3325, 1650, 1539, 1507, 1396, และ 821

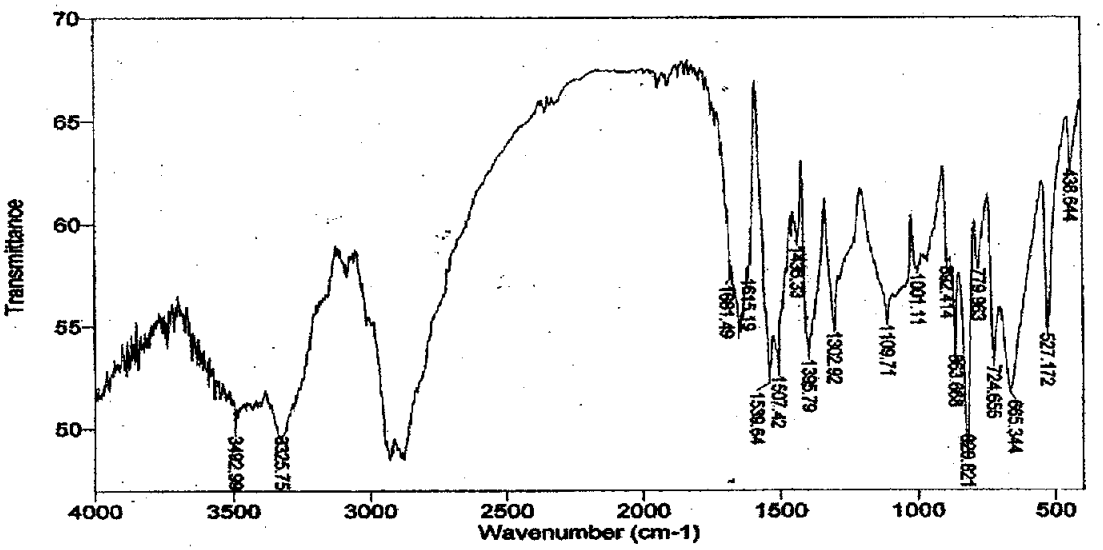
2) วิเคราะห์ ธาตุ โดยทำโซเดียม ฟิวชั่น พบไนโตรเจน ไม่พบ Cl, Br, I, S, F

3) ทดสอบการละลายของเส้นใย ตามแผนภาพ ที่ 3-1 พบว่า ไม่ละลายใน acetone, 5% NaOH, formic acid, DMF (N,N'-dimethyl formamide), m-cresol, 75 % sulphuric acid

4) นำเส้นใยมาหาจุดหลอมเหลว โดยใช้ Differential Scanning Calorimeter (DSC) พบว่า ตัวอย่างไม่ให้จุดหลอมเหลว แต่สลายตัวกลายเป็นเถ้าที่อุณหภูมิประมาณ 400 องศาเซลเซียส

5) หาความหนาแน่น ของเส้นใยโดยใช้ Density-Gradient Technique ได้ความหนาแน่นประมาณ 1.4 กรัม ต่อลูกบาศก์ เซ็นติเมตร

6) ทดสอบการเผาไหม้ ตัวอย่างไม่หลอมเหลวเมื่ออยู่ในเปลวไฟ แต่หดตัวเมื่อเอาเข้าเปลวไฟ เส้นใยติดไฟ แต่เมื่อเอาออกจากเปลวไฟ ไฟจะดับเอง ส่วนที่เหลือจากเปลวไฟเป็นสีดำคล้ายถ่าน



รูปที่4-4 FTIR Spectrum ของเส้นใย Kevlar

4.5 การหาชนิดของเส้นใยผสมระหว่าง Rayon กับ Polyester

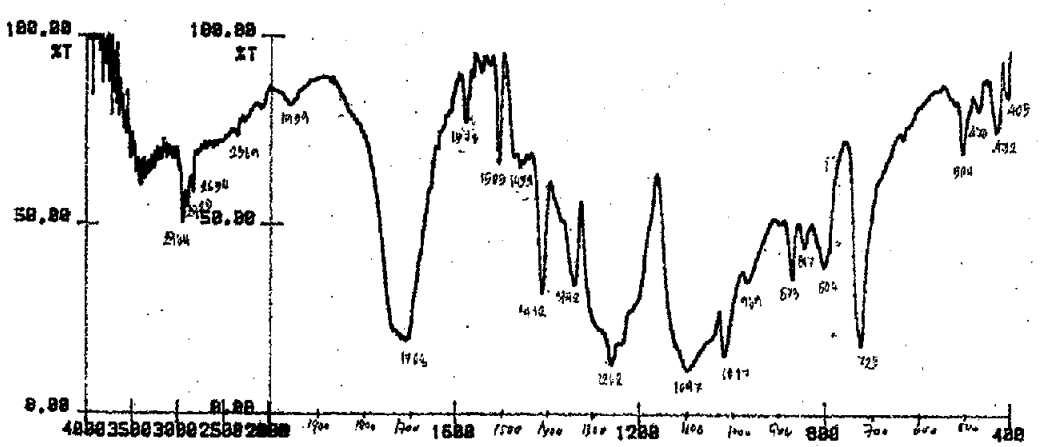
1) นำเส้นใยมาวิเคราะห์โดย FTIR พบว่าเส้นใย ให้สเปคตรัมคล้าย โพลิเอสเตอร์ และเรยอน

2) วิเคราะห์ธาตุร่วมด้วยพบว่าไม่มีไนโตรเจน ดูกล้องจุลทรรศน์ พบว่าเส้นใยมีลักษณะต่างกันสองแบบ

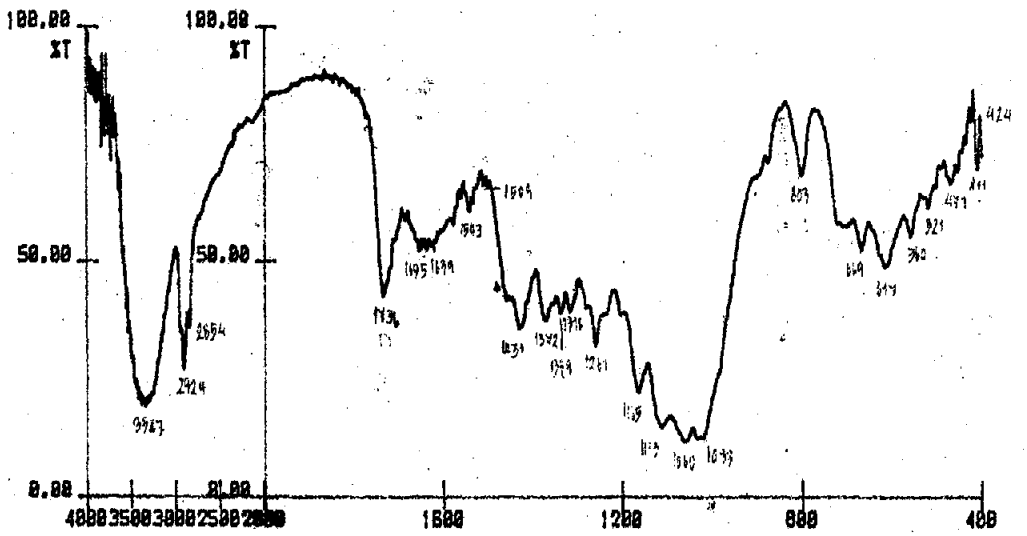
3) ทดสอบการละลายพบว่า เส้นใยบางส่วนละลายใน 70 % กรดซัลฟุริค (Rayon ละลายใน 70% กรดซัลฟุริค แต่ Polyester ไม่ละลาย ใน 70% กรดซัลฟุริค) และเส้นใยบางส่วนละลายใน m-cresol (Polyester ละลาย ใน m-cresol แต่ Rayon ไม่ละลาย)

4) นำเส้นใยที่เหลือจากการละลายใน70 % กรดซัลฟุริค และเส้นใยที่เหลือจากการละลายใน เมตาครีซอลมาทำให้แห้ง และวิเคราะห์ซ้ำโดยใช้ FTIR เส้นใยที่เหลือจากการละลาย ใน 70 % กรดซัลฟุริคให้สเปคตรัมเหมือน โพลิเอสเตอร์ ส่วนเส้นใยที่เหลือจากการละลายในเมตาครีซอลให้สเปคตรัมเหมือน เรยอน หรือ ฝ้าย ดังรูปที่ 4-5 และ4-6

5) เนื่องจาก สเปคตรัมของ เรยอนและฝ้ายมีความคล้ายคลึงกัน จึงต้องทดสอบการละลายใน59.5 % กรดซัลฟุริค ผลปรากฏว่าเส้นใยที่เหลือจากการละลายในเมตาครีซอล ละลายได้ใน59.5 % กรดซัลฟุริค ดังนั้น เส้นใยตัวอย่างจึงเป็นของผสมของเรยอนกับโพลิเอสเตอร์



รูปที่ 4-5 FTIR Spectrum ของเส้นใยที่เหลือจากการละลายด้วย 70% กรดซัลฟุริค (โพลิเอสเตอร์)



รูปที่ 4-6 FTIR Spectrum ของเส้นใยที่เหลือจากการละลายในเมตาครีซอล (เรยอน)

4.6 การหาชนิดของเส้นใยฝ้ายผสมกับโพลิเอสเตอร์

1) นำเส้นใยมาวิเคราะห์โดย FTIR พบว่าเส้นใย ให้สเปคตรัมคล้าย โพลิเอสเตอร์ และฝ้าย

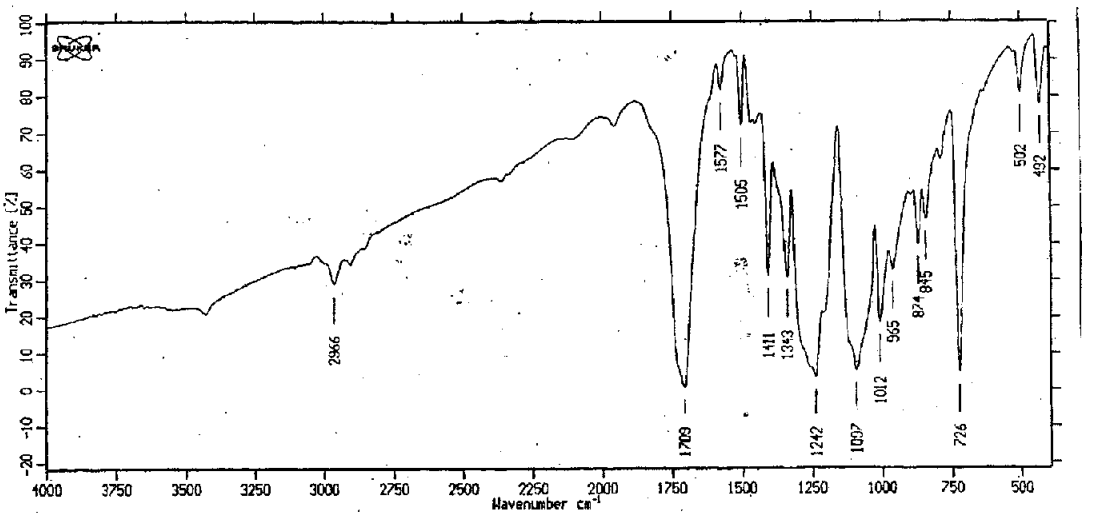
2) วิเคราะห์ธาตุร่วมด้วยพบว่าไม่มีไนโตรเจน

3) ทดสอบการละลายพบว่า เส้นใยบางส่วนละลายใน 70 % กรดซัลฟุริค (ฝ้าย ละลายใน 70% กรดซัลฟุริค แต่ Polyester ไม่ละลาย ใน 70% กรดซัลฟุริค) และเส้นใยบางส่วนละลายใน m-cresol (Polyester ละลาย ใน m-cresol แต่ ฝ้าย ไม่ละลาย)

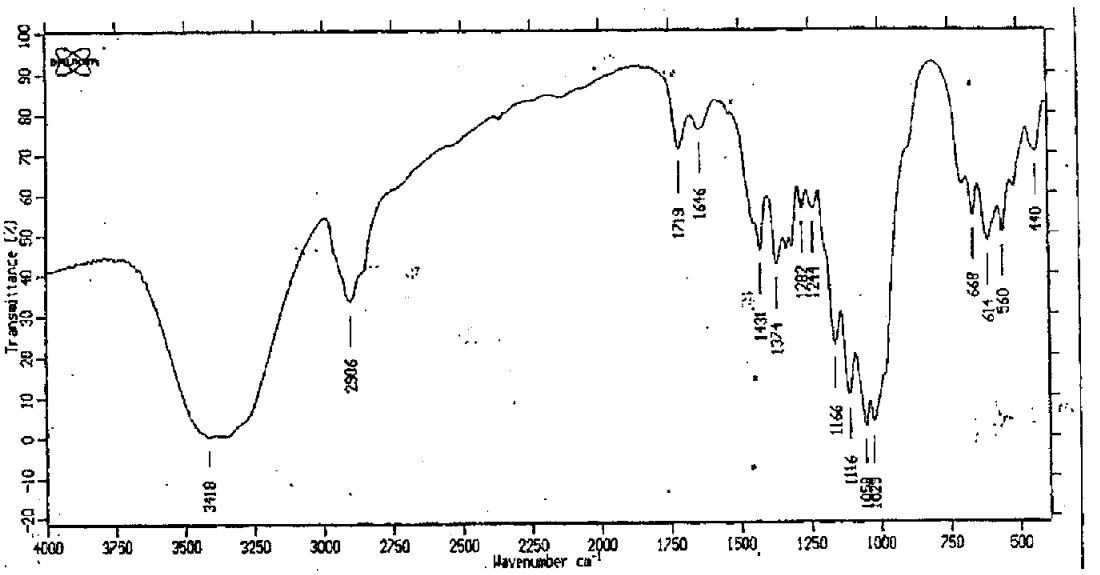
4) นำเส้นใยที่เหลือจากการละลายใน70 % กรดซัลฟุริค และเส้นใยที่เหลือจากการละลายใน เมตาครีซอลมาทำให้แห้ง และวิเคราะห์ซ้ำโดยใช้ FTIR เส้นใยที่เหลือจากการละลายใน 70 % กรดซัลฟุริคให้สเปคตรัมเหมือน โพลิเอสเตอร์ ส่วนเส้นใยที่เหลือจากการละลายในเมตาครีซอลให้สเปคตรัมเหมือน เรยอน หรือ ฝ้าย ดังรูปที่ 4-7 และ4-8

5) เนื่องจาก สเปคตรัมของ เรยอนและฝ้ายมีความคล้ายคลึงกัน จึงต้องทดสอบการละลายใน59.5 % กรดซัลฟุริค ผลปรากฏว่าเส้นใยที่เหลือจากการละลายในเมตาครีซอล ไม่ละลายใน59.5 % กรดซัลฟุริค ดังนั้น เส้นใยตัวอย่างจึงเป็นของผสมของฝ้ายกับโพลิเอสเตอร์

6) ดูกล้องจุลทรรศน์ พบว่าเส้นใยมีลักษณะต่างกันสองแบบ



รูปที่ 4-7 FTIR Spectrum ของเส้นใยที่เหลือจากการละลายด้วย 70% กรดซัลฟุริค (โพลิเอสเตอร์)



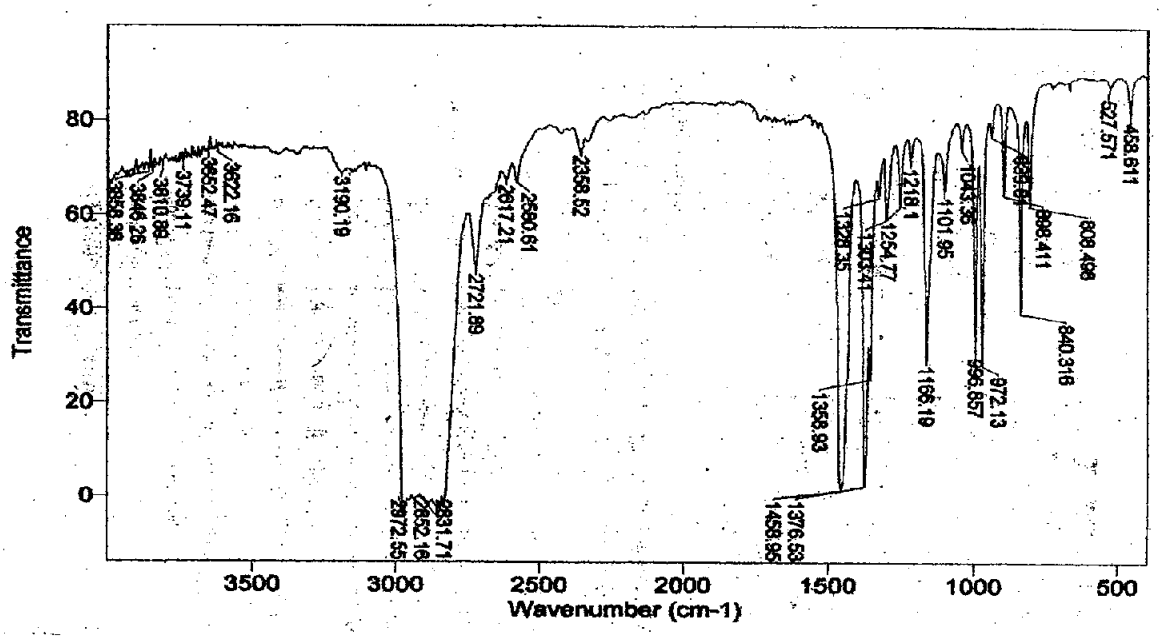
รูปที่ 4-8 FTIR Spectrum ของเส้นใยที่เหลือจากการละลายในเมตาครีซอล (ฝ้าย)

4.7 การหาชนิดของเส้นใยโอลิฟิน (Olefin Fiber)

1) นำเส้นใยมาอัดเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ โดยใช้ความร้อนและความดันแล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้ FTIR พบว่าให้สเปคตรัมคล้ายโพลิโพรพิลีน (ดังรูปที่ 4-9) ซึ่งจะให้ peak ที่สำคัญที่ wave number (cm^{-1}) ดังนี้ 2973, 2852, 2831, 1459, 1377, 1359, 1166, 997, 972, และ840

2) วิเคราะห์ธาตุ พบว่า ไม่มีไนโตรเจนและคลอรีน

3) ทดสอบการเผาไหม้ พบว่า ตัวอย่างหดตัวและหลอมเหลวเมื่อนำเข้าเปลวไฟ ตัวอย่างลุกไหม้เมื่ออยู่ในเปลวไฟ และเมื่อเอาออกจากเปลวไฟก็ยังคงลุกไหม้ต่อ



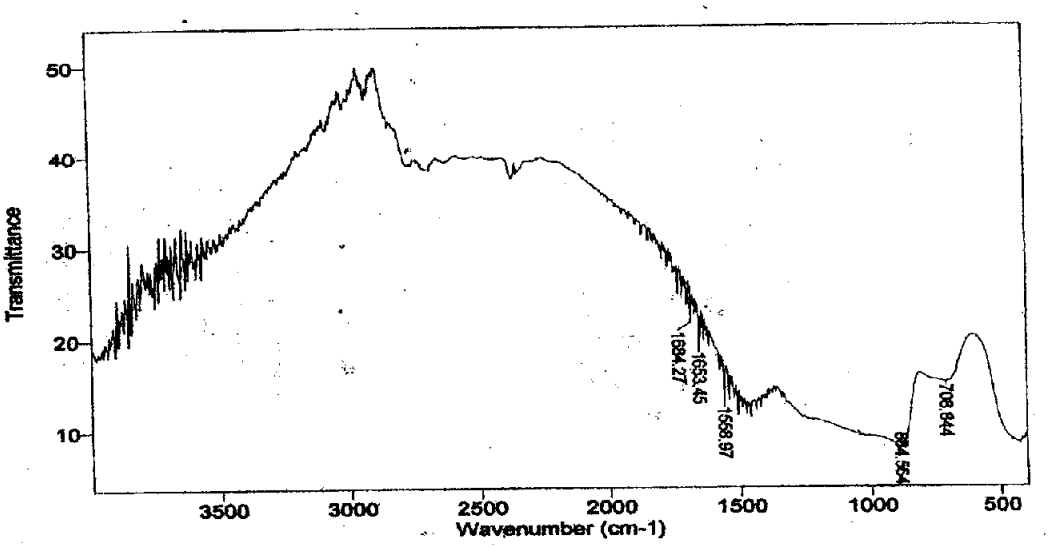
รูปที่ 4-9 FTIR Spectrum ของเส้นใยโพลิโพรพิลีน

4.8 การวิเคราะห์หาชนิดของเส้นใยแก้วในตัวอย่างที่เป็นไนล่อน6-6 ผสมไฟเบอร์กลาส

1) นำตัวอย่างมาเผาไฟที่ 550 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดเรซินที่เป็นไนล่อน

2) นำเส้นใยที่เหลือจากการเผาไหม้มาบดกับโปตัสเซียมโบรไมด์ แล้ววิเคราะห์โดย FTIRพบว่าตัวอย่างให้สเปคตรัมเหมือน เส้นใยแก้ว (ดังรูปที่ 4-10) ซึ่งจะให้ peak ที่กว้างที่ wave number (cm^{-1}) ดังนี้ 885 และ 709

3) ทดสอบการเผาไหม้ พบว่าตัวอย่างไม่เผาไหม้ ตัวอย่างหดตัวอย่างช้าๆ เมื่อเข้าใกล้เปลวไฟ สิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้เป็นก้อนกลมสีใส



รูปที่ 4-10 FTIR Spectrum ของเส้นใยแก้ว

บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

5.1 วิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์เส้นใยด้วยอินฟราเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ เป็นวิธีที่วิเคราะห์สะดวก ง่าย และรวดเร็ว และมีวิธีที่เตรียมตัวอย่างได้หลายวิธี วิธีแรกได้แก่การบดตัวออย่างเส้นใยกับโปตัสเซียมโบรไมด์ แล้วนำมาอัดเป็นแผ่น วิธีนี้เหมาะสำหรับตัวอย่างที่ไม่หลอมเหลว และไม่สามารถละลายในตัวทำละลายชนิดใดๆ เช่นใยแก้ว อารามิด วิธีที่สองอัดตัวอย่างเป็นฟิล์มด้วยความดันและใช้อุณหภูมิที่เหมาะสม เช่น เส้นใยโอลิฟิน (โพลิเอทธิลีน, โพลิโพรพิลีน) วิธีที่สาม นำตัวอย่างมาละลายด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้วนำมาป้ายเซลโซเดียมคลอไรด์ เช่นเส้นใยโมดาไครลิค ถ้าเป็นเส้นใยชนิดเดียวเมื่อวิเคราะห์ด้วยอินฟราเรดสเปคโตรโฟโตมิเตอร์จะให้สเปคตรัมที่ชัดเจน ถ้าเป็นเส้นใยผสมสองชนิดจะให้สเปคตรัมที่เป็นส่วนประกอบแต่ละชนิดปะปนกันจึงทำให้อ่านสเปคตรัมได้ไม่ชัดเจน ถ้าสัดส่วนตัวใดมีมากก็จะให้สเปคตรัมคล้ายตัวนั้น ถ้าส่วนประกอบตัวใดมีน้อยก็อาจมองไม่เห็นสเปคตรัมของตัวนั้น จึงอาจทำให้เข้าใจว่าเป็นเส้นใยชนิดเดียวได้ ฉะนั้นจำเป็นต้องทดสอบด้วยวิธีอื่นร่วมด้วย เช่น ดูการละลายของเส้นใย, การหาจุดหลอมเหลว หรือการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

ข้อเสียอย่างหนึ่งของการวิเคราะห์ด้วยอินฟราเรดคือ ถ้าเป็นสารประเภทเดียวกันอาจให้สเปคตรัมที่คล้ายคลึงกัน เช่น ฝ้ายและเรยอนจะให้สเปคตรัมที่คล้ายกันมาก แต่เส้นใยทั้งสองมีการละลายทั้งที่เหมือนกันและต่างกันคือ ฝ้ายและเรยอนจะละลายได้ใน 70 % กรดซัลฟุริค แต่ฝ้ายไม่ละลายใน 59.5 % กรดซัลฟุริค ส่วนเรยอนละลายได้ใน 59.5 % กรดซัลฟุริค อีกตัวอย่างหนึ่งคือ เส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ฝ้าย (Cotton), ปอ ป่าน(Flax), ปอกระเจา(Jute), และป่านรามี(Ramie) ให้อินฟราเรดสเปคตรัมที่เหมือนกัน และการละลายที่เหมือนกันจึงต้องวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูลักกษณะและลวดลายที่ต่างกัน

5.2 สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์เส้นใยโดยใช้เทคนิคอินฟราเรด ร่วมกับการวิเคราะห์ทดสอบด้วยวิธีอื่นๆ ได้แก่ การละลายในสารเคมีต่างๆ, การวิเคราะห์ธาตุ, การใช้กล้องจุลทรรศน์, การหาจุดหลอมเหลว , การหาความหนาแน่น, และการทดสอบการเผาไหม้ จะช่วยในการสนับสนุนให้ผลการวิเคราะห์ทดสอบมีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1) นำเส้นใยไปวิเคราะห์โดยใช้อินฟราเรด แล้วเปรียบเทียบสเปคตรัมกับเส้นใยที่รู้แล้วว่าเป็นอะไร ดูว่าให้สเปคตรัมที่ชัดเจนหรือไม่ เพราะเส้นใยอาจเป็นเส้นใยเดี่ยวหรือเส้นใยผสมก็ได้

2) วิเคราะห์ธาตุที่เป็นส่วนประกอบ ได้แก่ N, S, Cl, F, Br

3) ทดสอบการละลายของเส้นใย ดูว่าตัวอย่างละลายหรือไม่ละลาย ถ้าตัวอย่างละลายก็ดูว่าละลายหมดหรือไม่หมด ถ้าละลายไม่หมดก็นำส่วนที่ไม่ละลายมาทำให้แห้ง แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยอินฟราเรดอีกครั้ง เปรียบเทียบว่าให้สเปคตรัมเหมือนเดิมหรือไม่เหมือนเดิม ถ้าไม่เหมือนเดิมแสดงว่าเป็นเส้นใยผสม ถ้ายังไม่ได้สเปคตรัมที่ชัดเจน ให้ทดสอบด้วยวิธีอื่นๆ ต่อไป จนแน่ใจว่าเป็นตัวใด

4) หาจุดหลอมเหลวโดยใช้เครื่อง DSC แล้วเปรียบเทียบกับตารางที่3-3

5) หาความหนาแน่นโดยใช้ Density-Gradient Technique แล้วเปรียบเทียบกับตารางที่ 3-3

6) ทดสอบการเผาไหม้ แล้วเปรียบเทียบกับตารางที่ 3-4

7) ถ้าจำเป็นก็ใช้ กล้องจุลทรรศน์ดูลักษณะของเส้นใยประกอบด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลือจากนางจินตนา ลีกิจวัฒนะ นางดรุณี วัชราเรืองวิทย์ นางโภคา สิงหวิลัย และหัวหน้างานเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ 1 ที่ได้เป็นกำลังใจและตรวจแก้ไขให้

เอกสารอ้างอิง

1. Dorothy, Siegert, Lyle, Modern Textiles, John Willey & Sons, 1982

2. ASTM D276-87, Identification of Fiber in Textile Vol 07.01, Easton USA, 1996

3. AATCC Test Method 20-1980, Fiber Analysis : Quantitative,Vol 58,American Association of Textile Chemists and Colorist, p 54-69, 1983

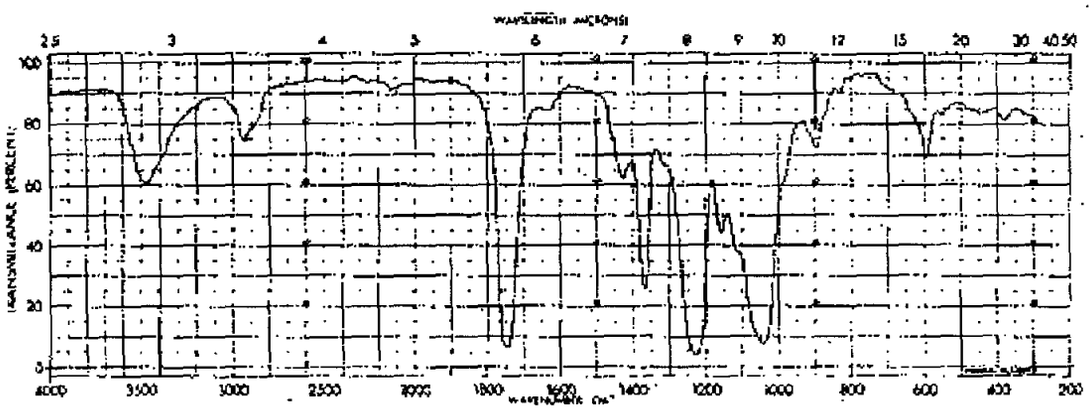
4. K.J. Saunders, The Identification of Plastics and Rubbers, Chapman and Hall Ltd., 1966

ภาคผนวก

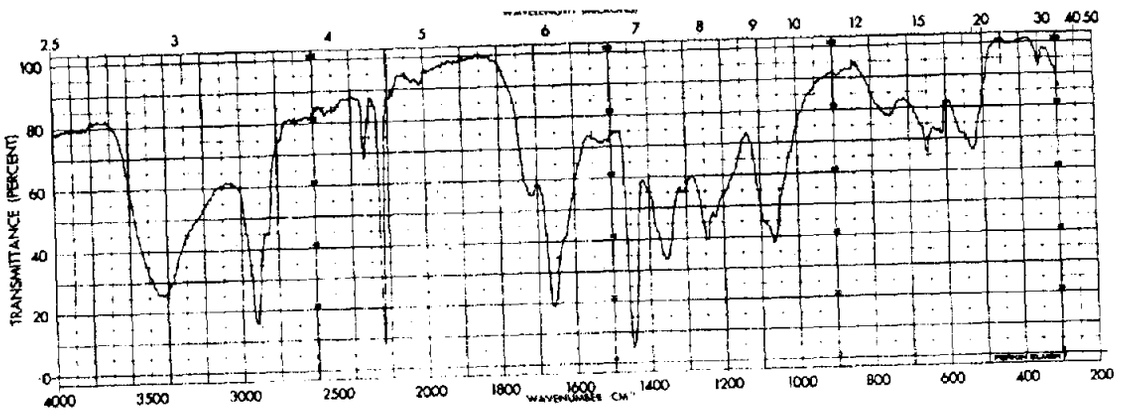
ภาคผนวก

	หน้า
รูปที่ 1 สเปคตรัมของ a Typical Acetate Fiber	41
รูปที่ 2 สเปคตรัมของ a Typical Acrylic Fiber	41
รูปที่ 3 สเปคตรัมของ a Typical Anidex Fiber	42
รูปที่ 4 สเปคตรัมของ a Typical Aramid Fiber	43
รูปที่ 5 สเปคตรัมของ a Typical Asbestos Fiber	43
รูปที่ 6 สเปคตรัมของ a Typical Native Cellulosic Fiber	44
รูปที่ 7 สเปคตรัมของ a Typical Fluorocarbon Fiber	44
รูปที่ 8 สเปคตรัมของ a Typical Glass Fiber	44
รูปที่ 9 สเปคตรัมของ a Typical Modacrylic Fiber	45
รูปที่ 10 สเปคตรัมของ a Typical Novoloid Fiber	45
รูปที่ 11 สเปคตรัมของ Typical Nylon Fibers	46
รูปที่ 12 สเปคตรัมของ a Typical Nytril Fiber	47
รูปที่ 13 สเปคตรัมของ Typical Olefin Fibers	47
รูปที่ 14 สเปคตรัมของ a Typical Polycarbonate Fiber	48
รูปที่ 15 สเปคตรัมของ Typical Polyester Fibers	49
รูปที่ 16 สเปคตรัมของ a Typical Rayon Fiber	49
รูปที่ 17 สเปคตรัมของ a Typical Saran Fiber	
รูปที่ 18 สเปคตรัมของ a Typical Silk Fiber	50
รูปที่ 19 สเปคตรัมของ a Typical Spandex Fiber	50
รูปที่ 20 สเปคตรัมของ a Typical Triacetate Fiber	51
รูปที่ 21 สเปคตรัมของ a Typical Vinal Fiber	51
รูปที่ 22 สเปคตรัมของ Typical Vinyon Fibers	52
รูปที่ 23 สเปคตรัมของ a Typical wool Fiber	52

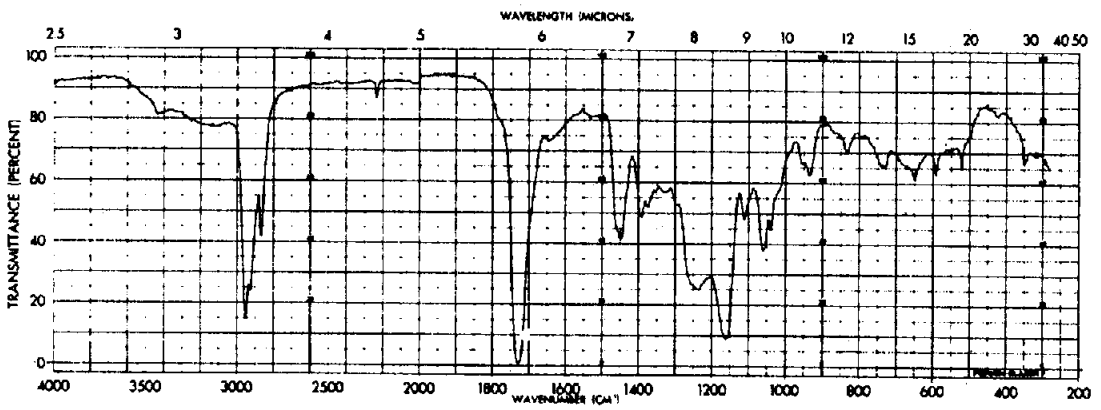
แสดงรูปของอินฟราเรดสเปคตรัมของเส้นใยชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับอินฟราเรดสเปคตรัมของตัวอย่างเส้นใยที่ต้องกการทราบชนิดของเส้นใย



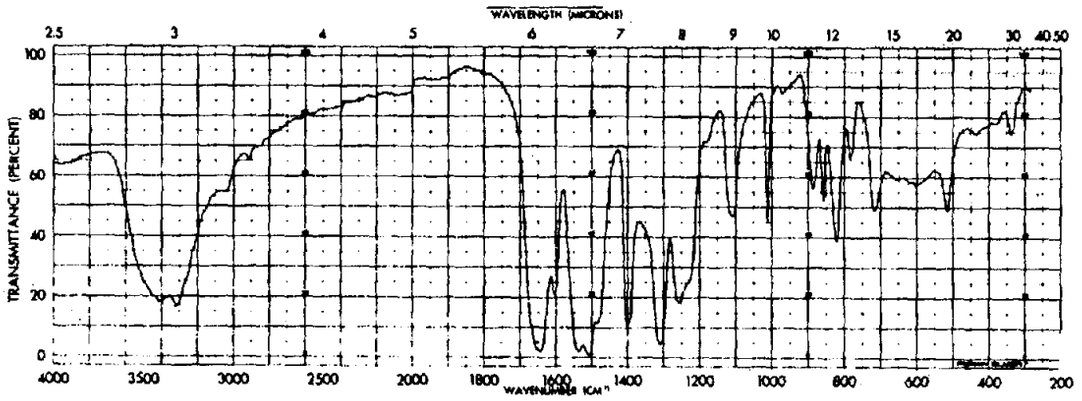
รูปที่ 1. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Acetate Fiber



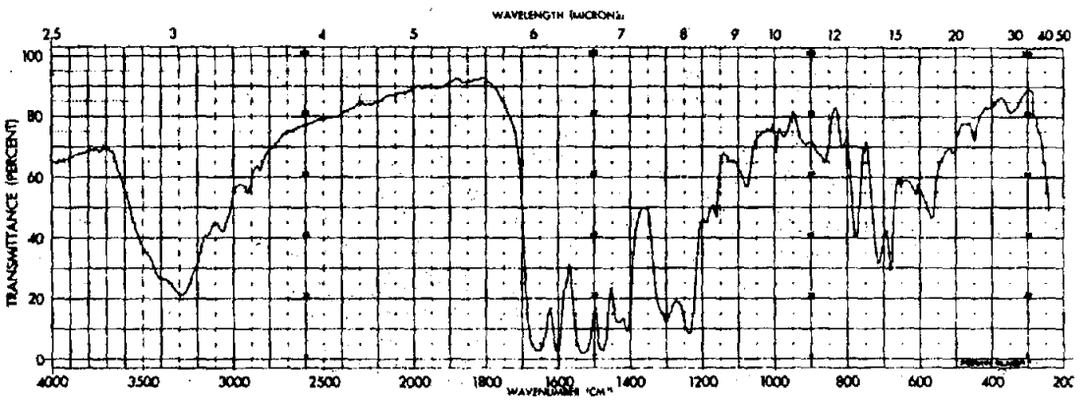
รูปที่ 2. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Acrylic Fiber



รูปที่ 3 Infrared Absorption Spectrum of a Typical Anidex Fiber

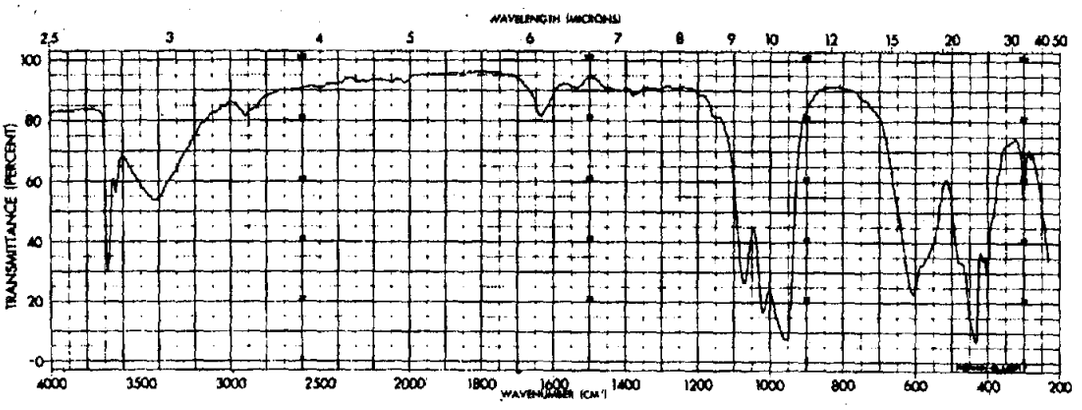


(a) Kevlar

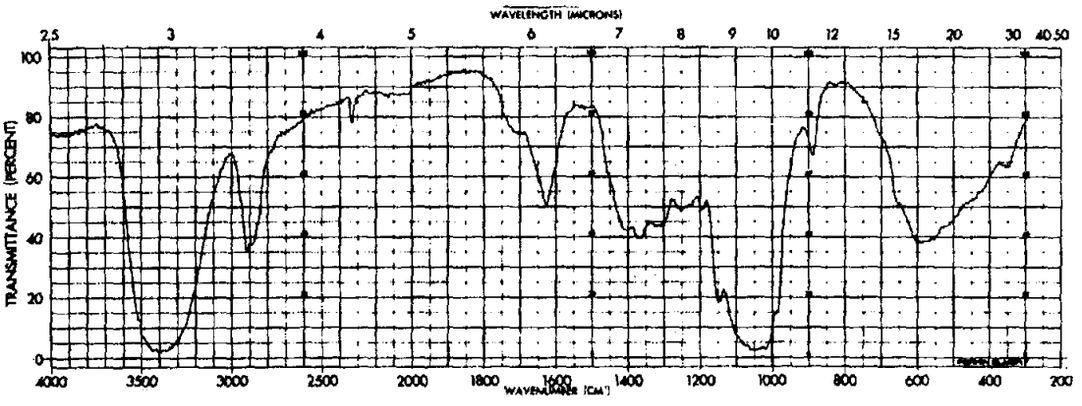


(b) Nomex

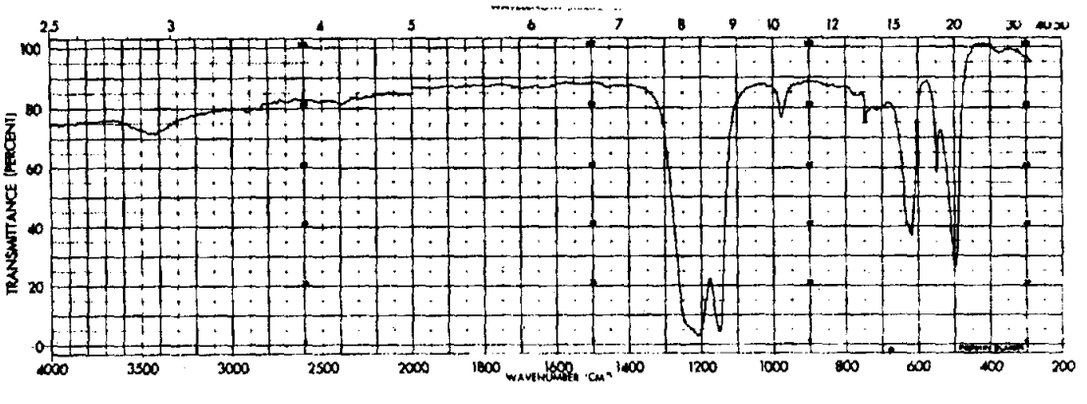
รูปที่4. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Aramid Fiber



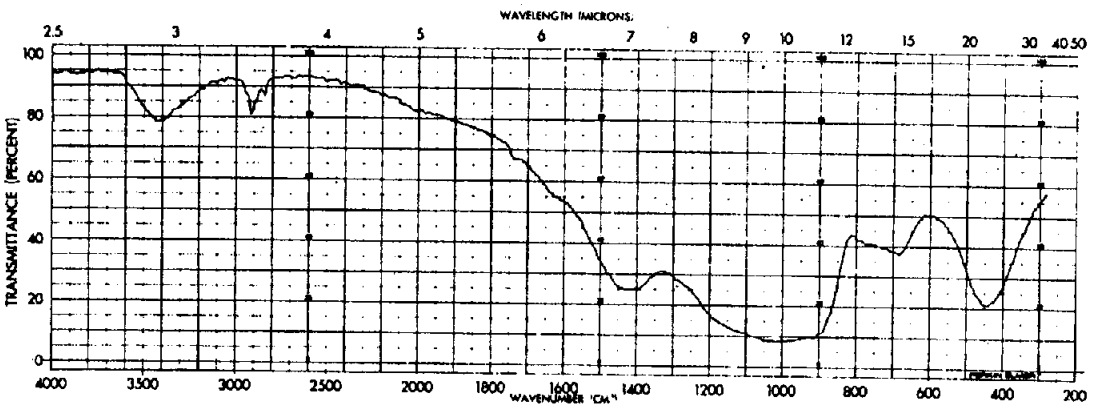
รูปที่ 5. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Asbestos Fiber



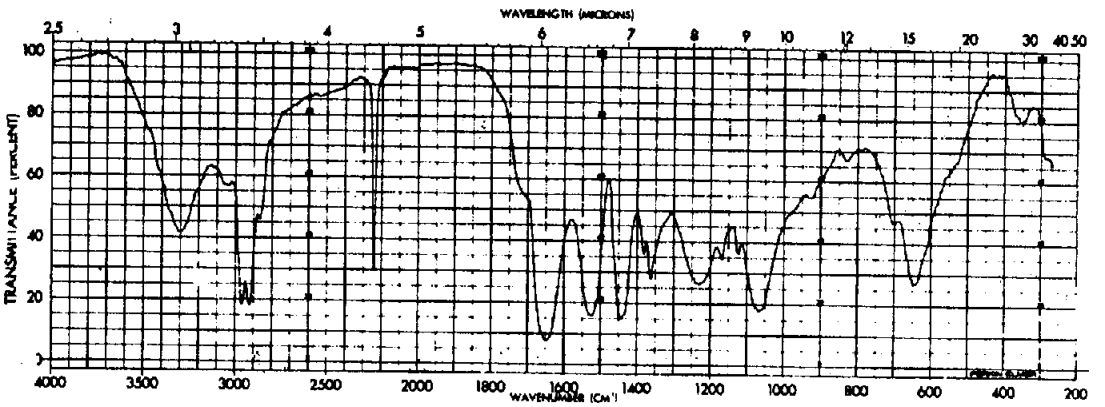
รูปที่ 6 Infrared Absorption Spectrum of a Typical Native Cellulosic Fiber



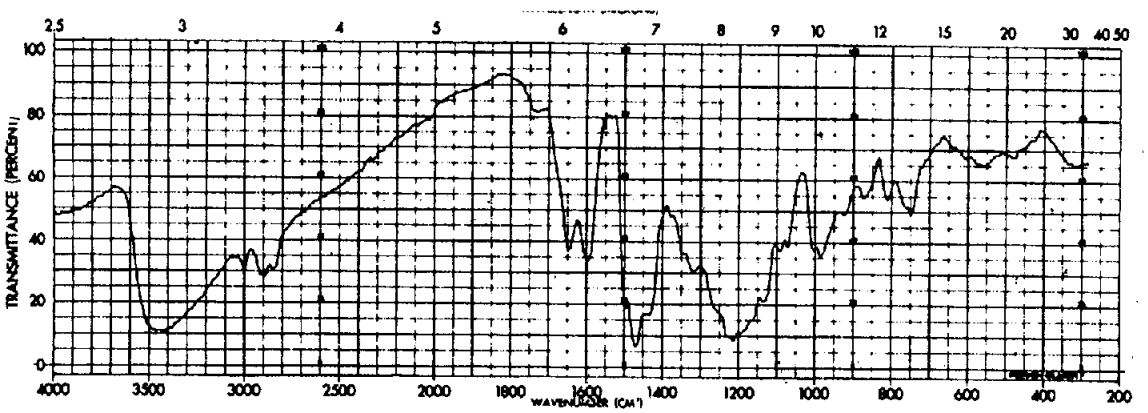
รูปที่7 Infrared Absorption Spectrum of a Typical Fluorocarbon Fiber



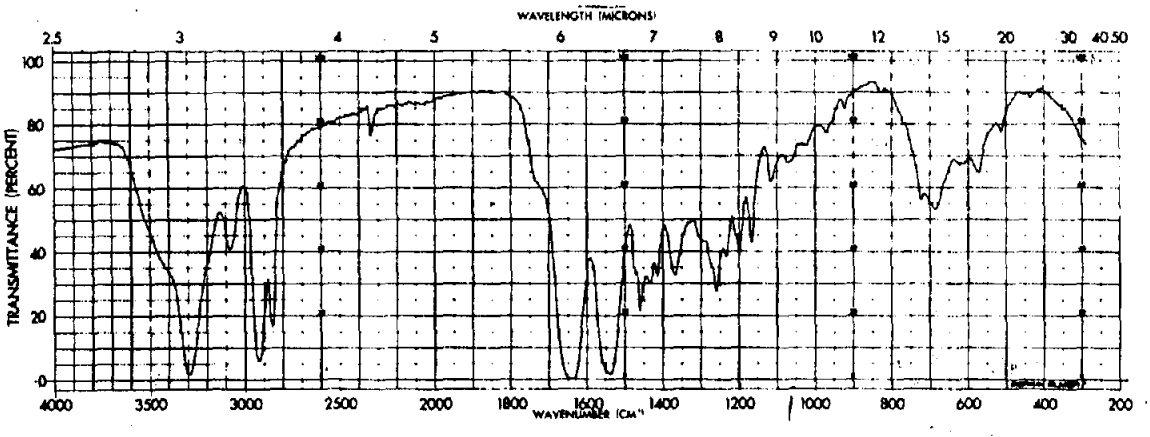
รูปที่8. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Glass Fiber



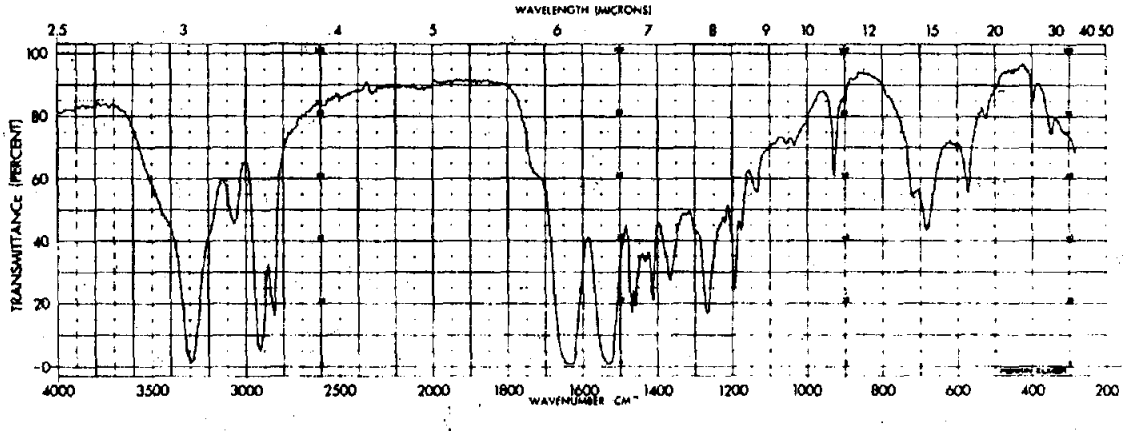
รูปที่9. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Modacrylic Fiber



รูปที่10 Infrared Absorption Spectrum of a Typical Novoloid Fiber

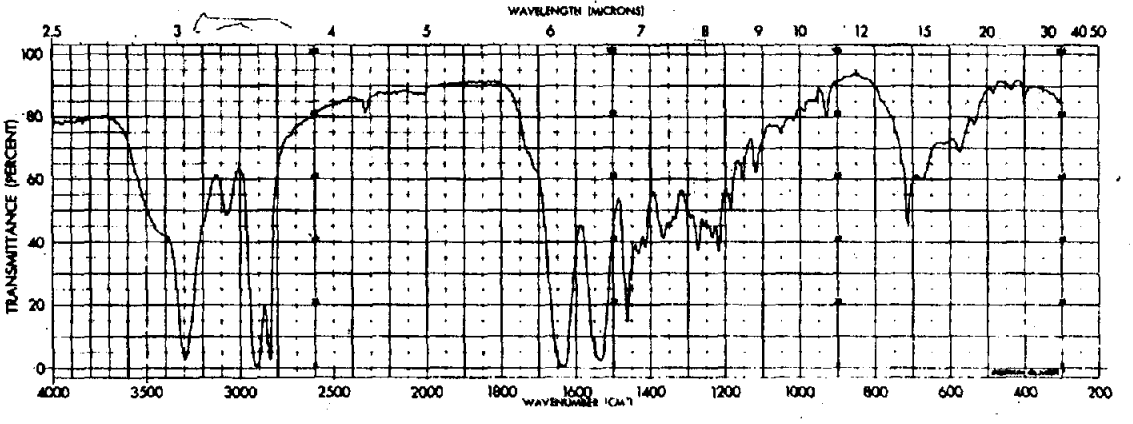


(a) Nylon 6

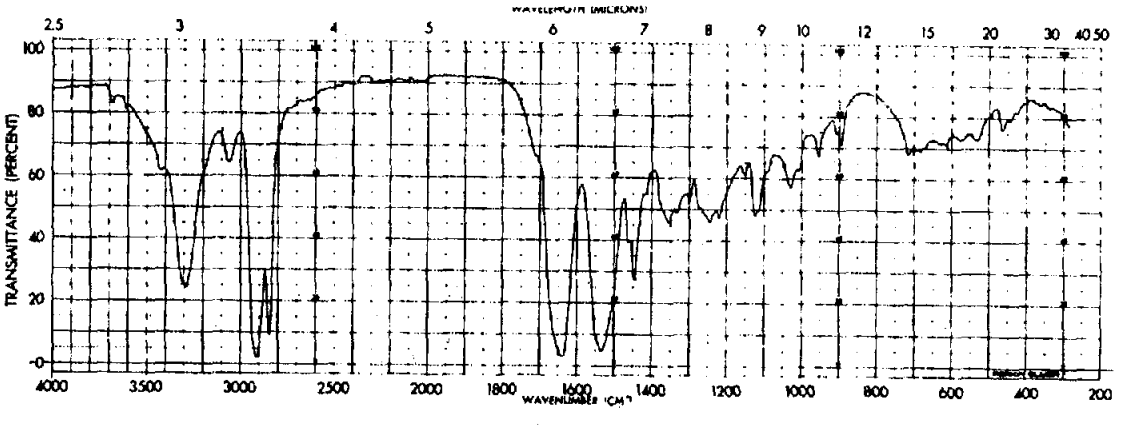


(b) Nylon 6,6

รูปที่11 Infrared Absorption Spectrum of Typical Nylon Fibers

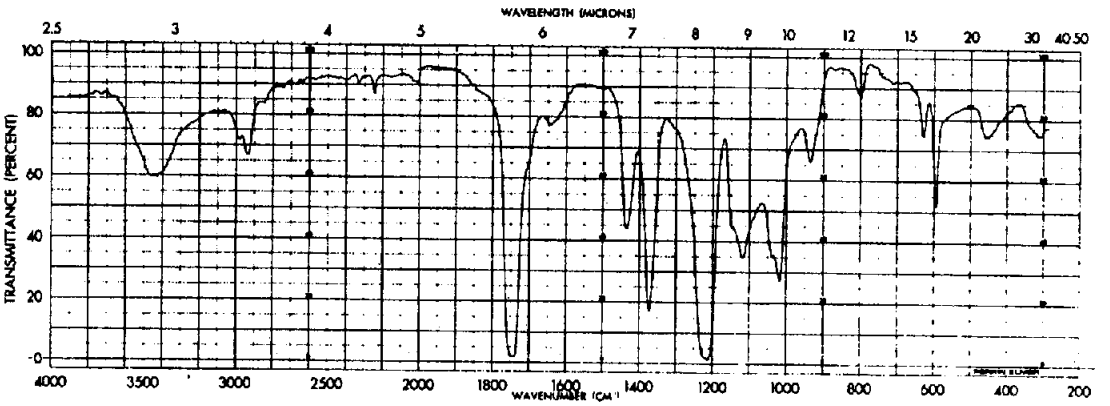


(c) Nylon 11

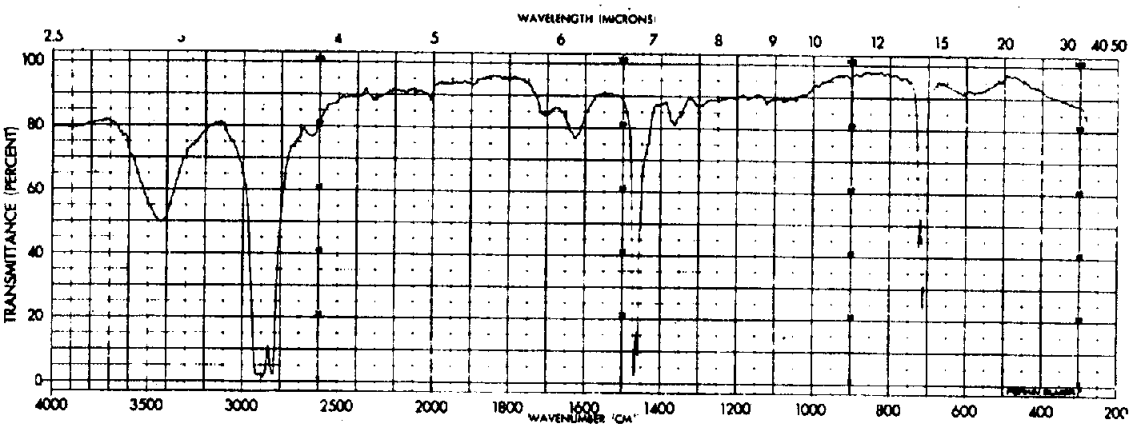


(d) Qiana

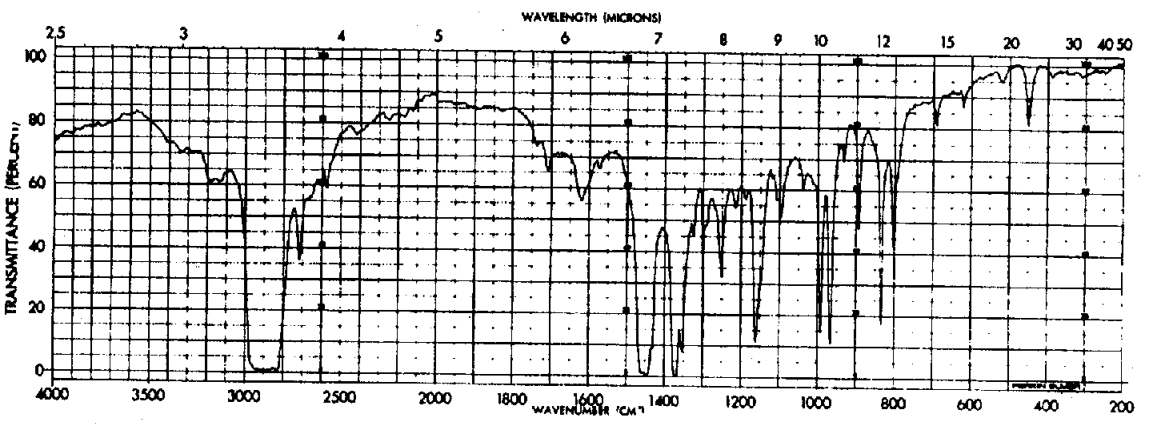
รูปที่11 Infrared Absorption Spectrum of Typical Nylon Fibers (ต่อ)



รูปที่12. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Nytril Fiber

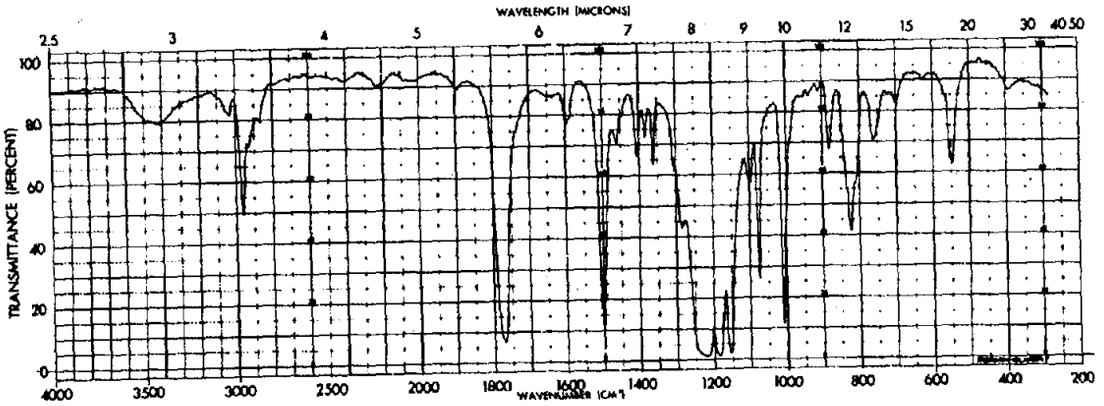


(a) Polyethylene

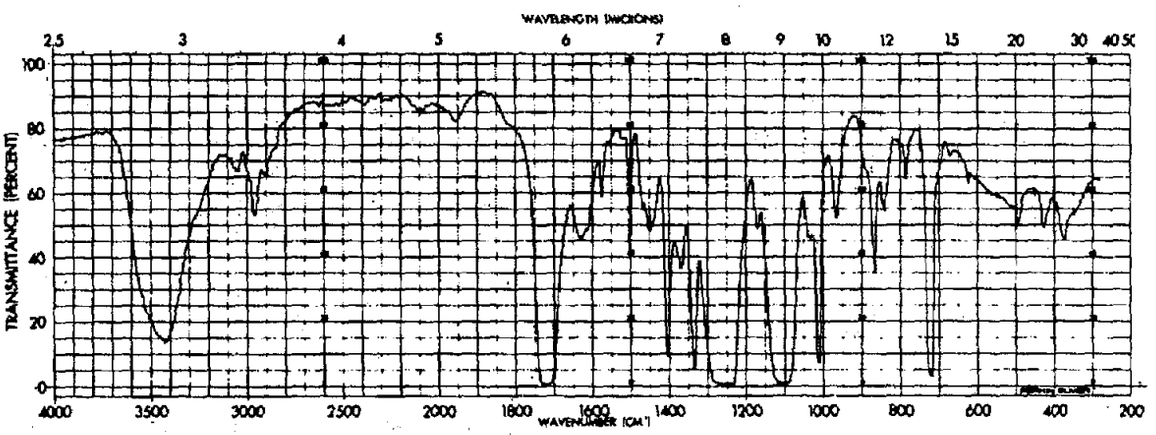


(b) Polypropylene

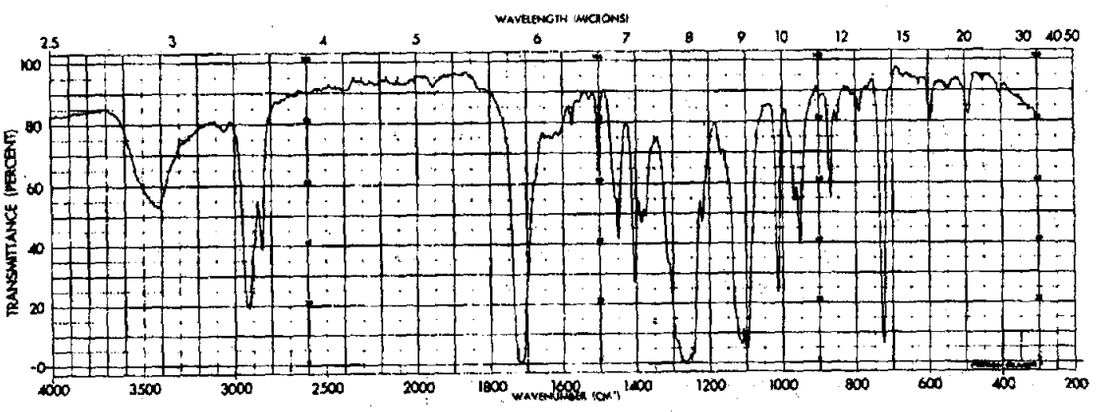
รูปที่13. Infrared Absorption Spectrum of Typical Olefin Fibers



รูปที่14. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Polycarbonate Fiber

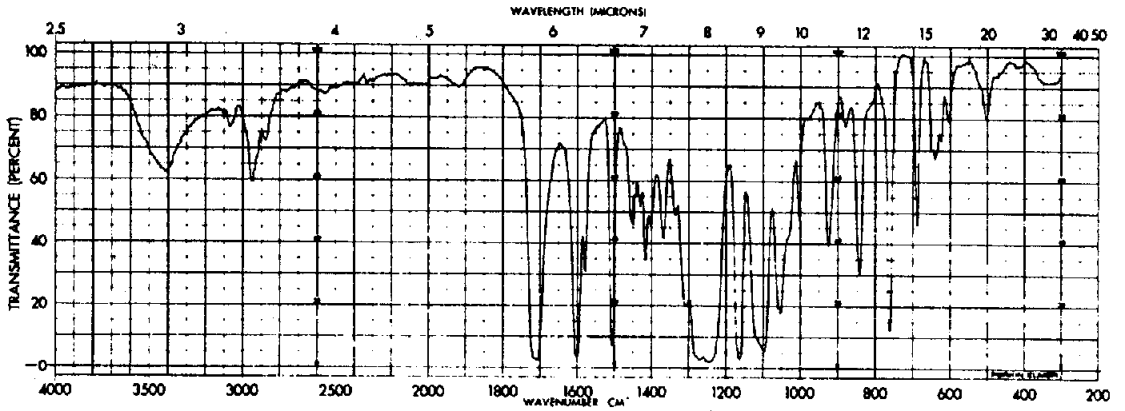


(a) 2 GT

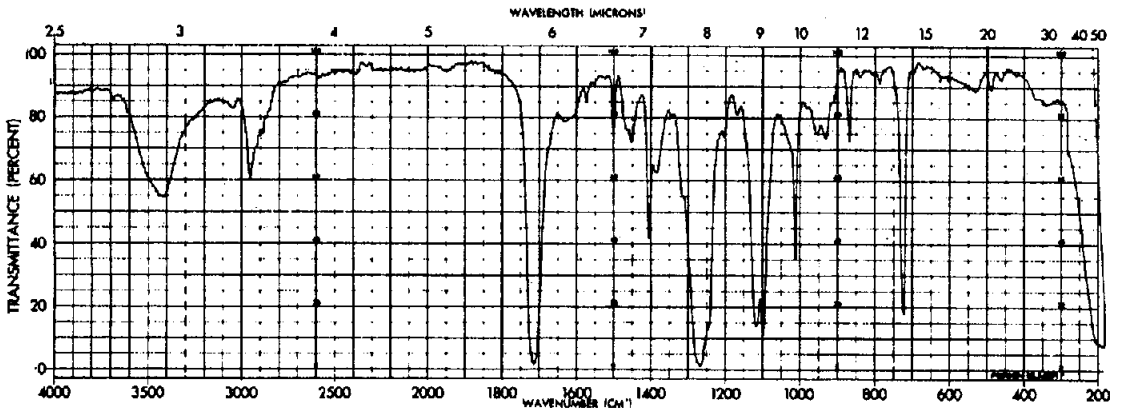


b) CHDM-T

รูปที่ 15. Infrared Absorption Spectrum of Typical Polyester Fibers

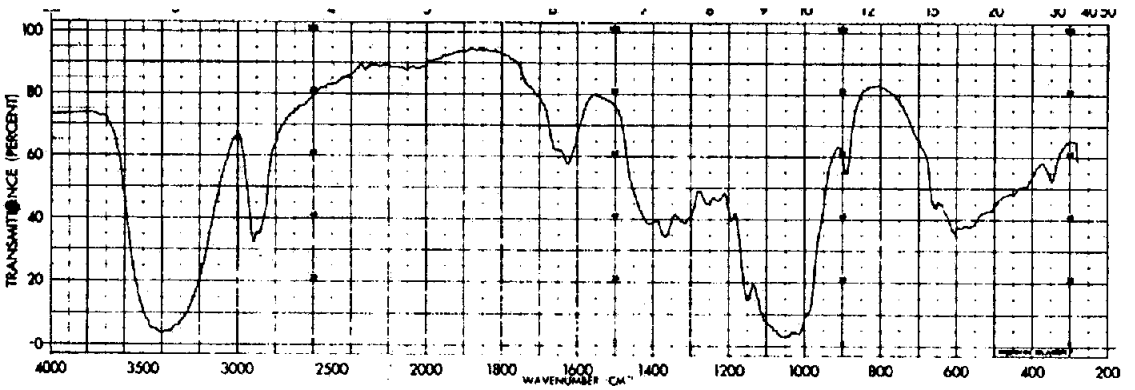


(c) Oxybenzoate

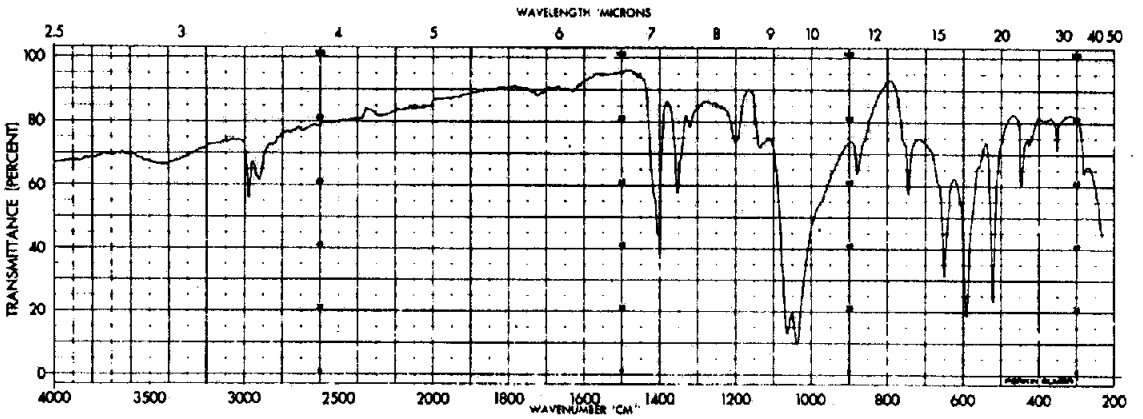


(d) 4GT

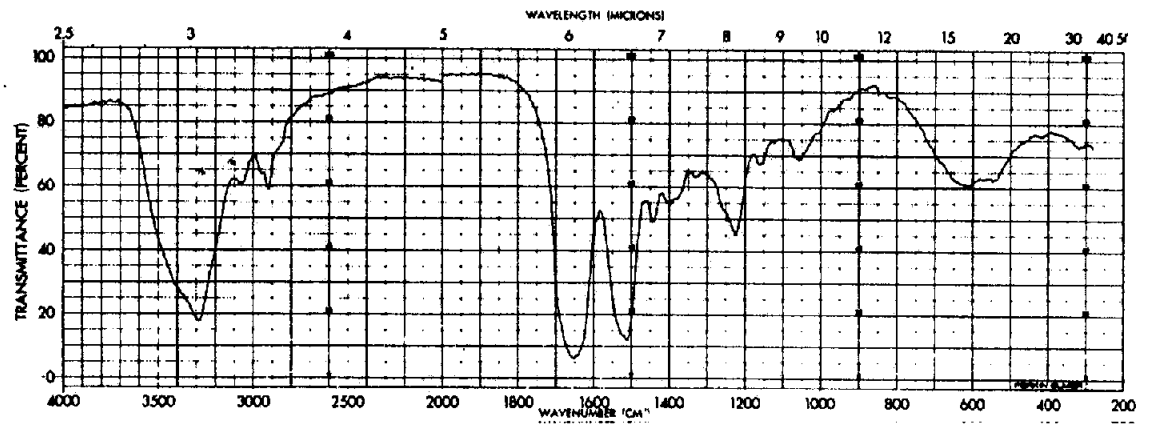
รูปที่ 15. Infrared Absorption Spectrum of Typical Polyester Fibers (ต่อ)



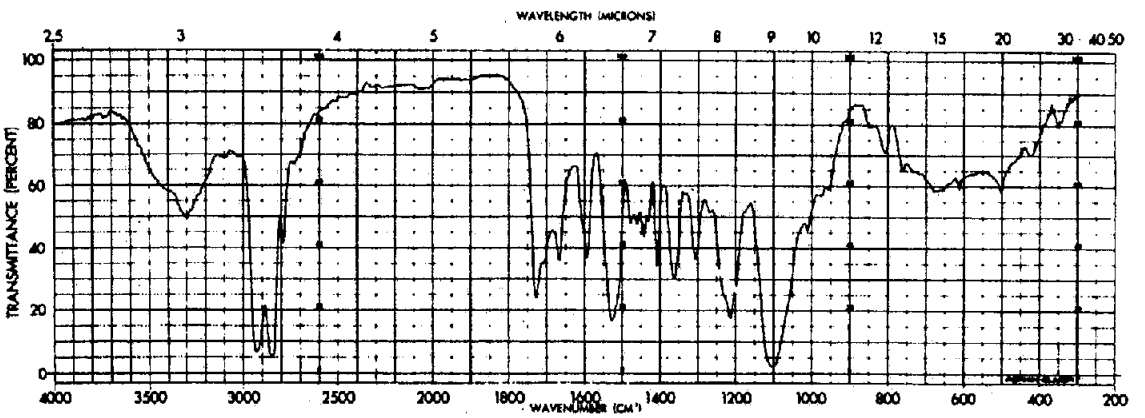
รูปที่16 Infrared Absorption Spectrum of a Typical Rayon Fiber



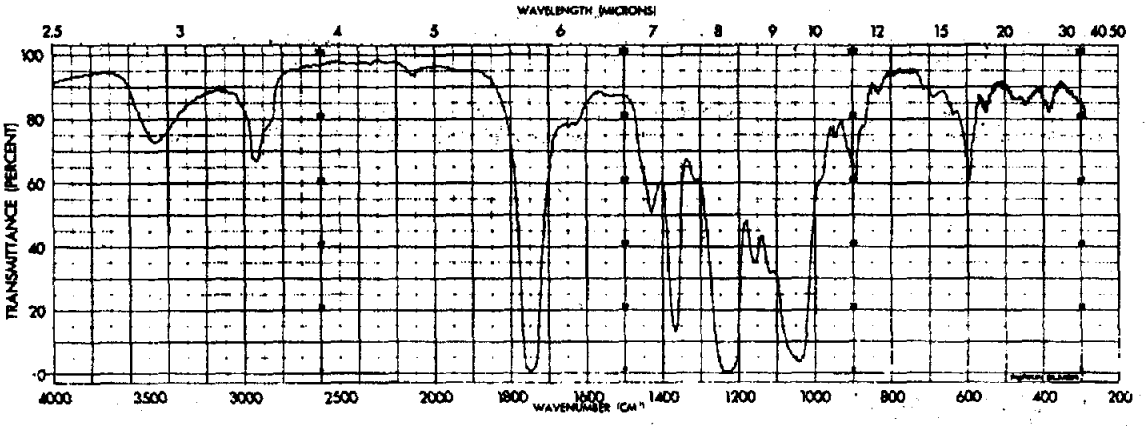
รูปที่17. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Saran Fiber



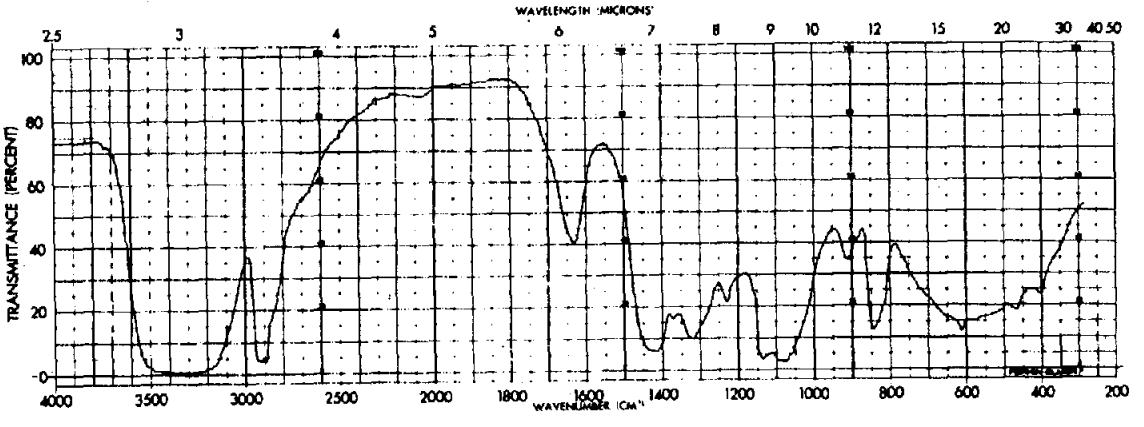
รูปที่18. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Silk Fiber



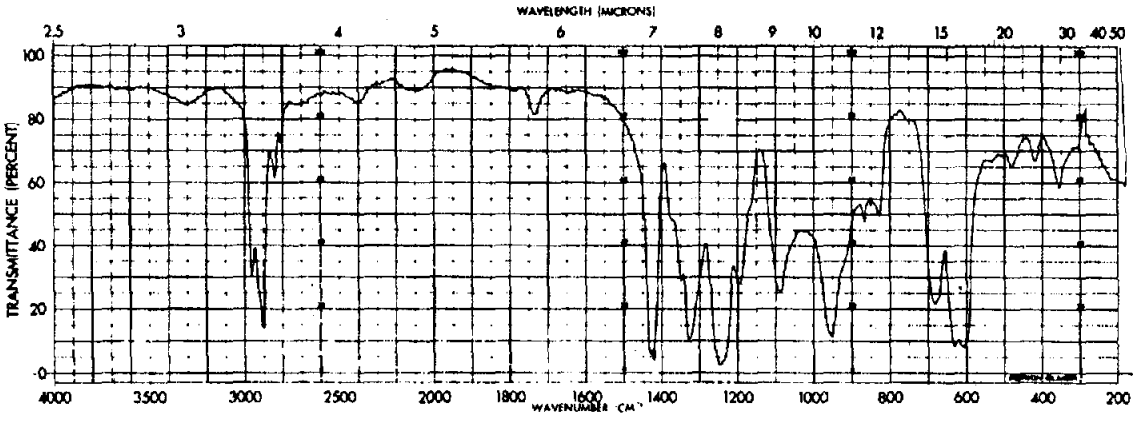
รูปที่19. Infrared Absorption Spectrum of a Typical Spandex Fiber



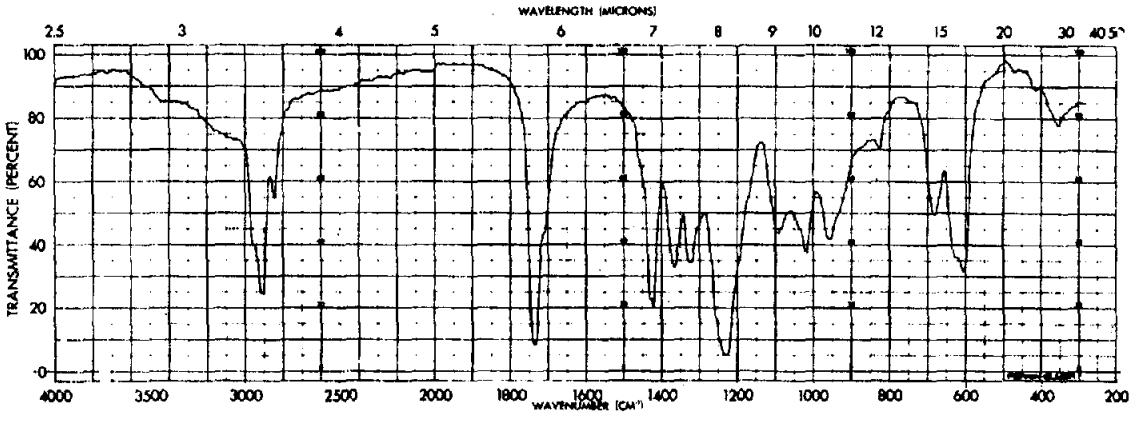
รูปที่20 Infrared Absorption Spectrum of a Typical Triacetate Fiber



รูปที่21 Infrared Absorption Spectrum of a Typical Vinal Fiber

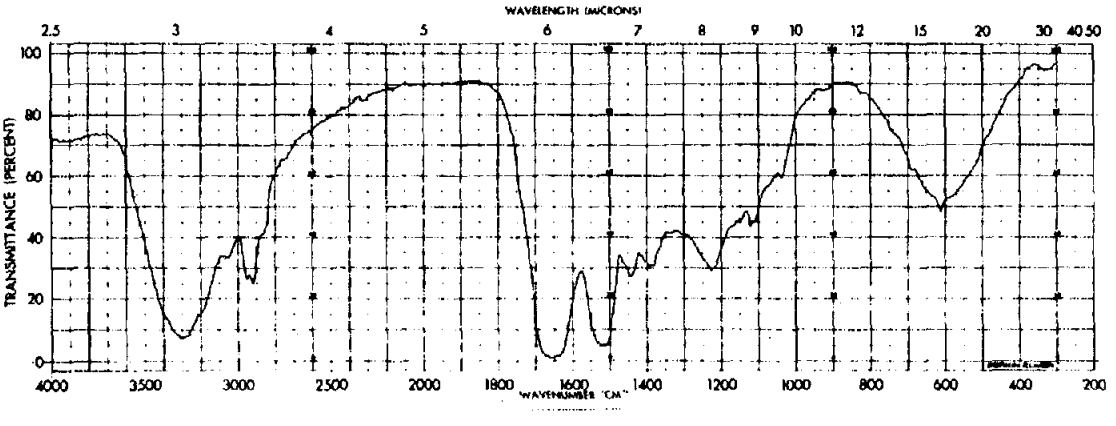


(a) Rhovyl



(b) Vinyon

รูปที่22. Infrared Absorption Spectrum of Typical Vinyon Fibers



รูปที่23 Infrared Absorption Spectrum of a Typical wool Fiber